



Aalto-yliopisto
Insinööritieteiden
korkeakoulu

Jan-Kristian Pyrhönen

Hankekehitys ja suunnitteluvaihe vähähiilisessä rakentamisessa

Diplomityö, joka on jätetty opinnäytteenä tarkastettavaksi
diplomi-insinöörin tutkintoa varten.

Espoossa 30.9.2019

Valvoja: Apulaisprofessori Antti Peltokorpi, Aalto-yliopisto
Ohjaaja: DI Miika Knuutila, NCC Suomi Oy

Tekijä Jan-Kristian Pyrhönen

Työn nimi Hankekehitys ja suunnitteluvaihe vähähiilisessä rakentamisessa

Maisteriohjelma Building Technology

Koodi ENG27

Työn valvoja Apulaisprofessori Antti Peltokorpi

Työn ohjaaja(t) DI Miika Knuutila

Päivämäärä 30.9.2019

Sivumäärä 52 + 2 s.

Kieli Suomi

Tiivistelmä

Suomi on sitoutunut Euroopan tiukkoihin tavoitteisiin hillitä ilmastonmuutosta vähentämällä kasvihuonekaasupäästöjä. Noin kolmasosa kaikista maailman päästöistä syntyy asumisesta, jonka vuoksi rakennusalan on nopeasti kehityttävä vähäpäästöisemmäksi. Vähähiilinen rakentaminen on ympäristöystävällisen rakentamisen muoto, jossa rakennuksen koko elinkaaren aikainen hiilijalanjälki pyritään saamaan mahdollisimman alhaiseksi. Rakennusala on koko ajan kehittynyt ympäristöystävällisempään suuntaan, mutta rakennusten hiilijalanjälkien vertailu ja säädösten asettaminen on ollut tähän mennessä haastavaa. Rakennusten hiilijalanjälki on toimiva mittari rakennusten ympäristöhaittojen vertailuun, ja sen käytön myötä rakennusten päästöjä on helpompi rajoittaa.

Työn tavoitteena oli selvittää keinoja, miten hankkeen pääurakoitsija pystyisi vaikuttamaan asuntorakentamisen hankkeen vähähiilisyyteen hankekehitys- ja suunnitteluvaiheissa. Suurimpia haasteita vähähiilisessä hankkeessa luovat kunnan tekemä asemakaavoitus, tilaajan, rahoittajan ja pääurakoitsijan väliset näkemyserot, sekä tiedon ja taidon puute vähähiilisestä rakentamisesta yleensä. Tutkimus suoritettiin pääosin kirjallisuus-, case- ja haastattelututkimusten avulla. Case-tutkimuksen aiheena toimi tilaajayrityksen ensimmäinen ympäristöluokituksen saanut asuinkerrostalohanke, jonka hiilijalanjälki on 17 % referenssikohteita pienempi. Haastatteluihin osallistui pääkaupunkiseudun suurimpia rakennuttajana toimivia yrityksiä, rahoitusyritys sekä tutkimuksen tilaajayrityksen omia toimihenkilöitä.

Tutkimuksen tuloksena syntyi hyödyllistä tietoa vähähiilisen hankkeen suurimmista haasteista ja niiden ratkaisemisesta. Tutkimuksessa esitettiin mm. miten kaavoitusprosessiin pystytään vaikuttamaan perustelemalla ratkaisujen ympäristövaikutuksia, miten rakennusalan konservatiivisuus hidastaa vähähiilisen rakentamisen yleistymistä, sekä miten hankeprosessia tulisi kehittää ja mitkä vähähiiliset suunnitteluratkaisut ovat kaikkein tehokkaimpia. Haastatteluissa selvisi, etteivät tilaajat mielellään ota kovin suuria riskejä rakenneratkaisujen suhteen, ja että he pyrkivät pitämään investointien takaisinmaksajat mahdollisimman lyhyinä, sillä nopea tuotto houkuttelee tilaajan lisäksi myös hankkeen rahoittajaa. Urakoitsijan tulisi painottaa yhteistyökumppaneilleen vähähiilisten ratkaisujen pitkäaikaista kannattavuutta ja ympäristöhyötyjä mahdollisimman varhaisessa vaiheessa.

Avainsanat Vähähiilinen rakentaminen, hankekehitys ja suunnitteluvaihe, asuntorakentaminen, hiilijalanjälki



Author Jan-Kristian Pyrhönen

Title of thesis Project development and design phase in low carbon construction

Master programme Building Technology

Code ENG27

Thesis supervisor Assistant professor Antti Peltokorpi

Thesis advisor(s) M. Sc. Miika Knuutila

Date 30.9.2019

Number of pages 52 + 2 p.

Language Finnish

Abstract

Finland has committed to Europe's strict targets for mitigating climate change by reducing the greenhouse gas emissions. About one third of all emissions in the world comes from housing, which means that the construction industry must develop faster to reduce emissions. Low-carbon construction is a form of environmentally friendly construction which aims to minimize the carbon footprint of a building throughout its life cycle. The construction industry has steadily developed in a more environmentally friendly direction but so far comparing buildings and setting regulations has been challenging. The carbon footprint of buildings is very useful measurement for the environmental performance of buildings, and it makes it easier to regulate buildings emissions.

The aim of this work was to find out how the main contractor of the project could influence the low-carbon building project during the project development and design stages. The biggest challenges in a low-carbon project are the town planning, the differences in vision between the constructor, the financier and the main contractor, and the lack of knowledge and skills about low-carbon construction in general. The study was conducted mainly through literature and interview studies. The case study focused on the NCC Suomi Oy's first environmental certificated residential apartment building project, which has a 17% lower carbon footprint compared to ordinary projects. The interviews were attended by the largest constructor companies in the Helsinki Metropolitan Area, a finance company and the employees of NCC Suomi Oy.

The study resulted in useful insights into the major challenges of the low carbon project and how to address them. The study presented e.g. how the town planning process can be influenced by justifying the environmental impact of the solutions, how the conservative nature of the construction industry slows down the spread of low-carbon construction, and how the project process should be developed and which low-carbon design solutions are most effective. The interviews revealed that the constructors are reluctant to take very large risks with the structural solutions and that they try to keep the payback time of the investments as short as possible, because the quick return also attracts the financier of the project. The contractor should emphasize the long-term profitability and environmental benefits of low-carbon solutions to its partners as early as possible.

Keywords Low-carbon construction, project development and design stages, residential apartment construction, carbon footprint

Alkusanat

Tämä diplomityö on tehty opinnäytteenä diplomi-insinöörin tutkintoa varten Aalto-yliopiston insinööritieteiden korkeakoulun rakennustekniikan laitokselle. Diplomityön tilaajana toimi NCC Suomi Oy:n asuntorakentamisen yksikkö, ja työ sai alkunsa NCC:n halusta toimia edelläkävijänä ympäristörakentamisen alalla. Haluan siis kiittää NCC:n Tuomas Tonteria, joka viime hetkellä päätti rohkeasti vaihtaa ensimmäisen aiheeni tähän, sillä hän näki vähähiilisen rakentamisen aiheella olevan yritykselle paljon enemmän hyötyä. Tuomas myös auttoi minua pääsemään vauhtiin työni kanssa. Kiitokset myös ohjaajalleni Miika Knuutilalle, jolla oli aina aikaa vaihtaa kanssani pari sanaa, kun vastaan tuli kysymyksiä tai ongelmia työhöni liittyen. Haluan myös kiittää työni valvojaa, Aalto-yliopiston apulaisprofessori Antti Peltokorpea hyvistä vinkeistä ja kommentteista työni laadun parantamiseksi.

Suuri kiitos kuuluu myös NCC:n toimihenkilöille, jotka vastasivat mielellään moniin kysymyksiini kesken heidän työpäivänsä, ja varasivat minulle paljon aikaa virallisiin haastatteluihin. Suurimmat kiitokset kuuluvat NCC:n Janne-Matti Hiltuselle, Iina Suutarille, Mervi Pekkaselle sekä Pekka Korhoselle. Ilman teitä olisi ollut vaikea saada kiinni NCC:n toimintatavoista ja hankkeiden yksityiskohdista. Kiitokset myös haastatteluihin osallistuneille tilaajayrityksille, ARA:lle sekä Optiplanin Juha Vihmalle antamastanne ajastanne työtäni varten.

Lisäksi lämpimät kiitokset kumppanilleni Annikalle pitkäjänteisestä kannustamisesta työn maaliin saattamiseksi, sekä perheelleni heidän osoittamastaan kiinnostuksesta työtäni kohtaan.

Espoo 30.9.2019

Jan-Kristian Pyrhönen

Sisällysluettelo

Tiivistelmä	
Abstract	
Alkusanat	
Sisällysluettelo	1
Lyhenteet ja käsitteet	3
1 Johdanto	4
1.1 Tutkimuksen tausta	4
1.2 Tutkimuksen tavoitteet ja rajaus	5
1.3 Tutkimusmenetelmät ja työn rakenne	6
2 Kirjallisuustutkimus	7
2.1 Vähähiilinen rakentaminen	7
2.1.1 Ympäristöluokitukset	8
2.1.2 Ilmastotavoitteet	10
2.1.3 Kunnallinen ohjaus	12
2.2 Rakennushankkeen kehitys- ja suunnitteluvaihe	13
2.2.1 Tilaaja	13
2.2.2 Rahoitus	14
2.2.3 Hankekehitys	15
2.2.4 Kaavoitus	17
2.2.5 Suunnittelu	18
2.3 Vähähiilisen hankkeen suunnittelu	19
2.3.1 Kestävä suunnittelu	19
2.3.2 Hankkeen kannattavuus ja riskit	22
2.4 Vähähiilinen rakentaminen hankekehitys- ja suunnitteluvaiheissa	24
3 Menetelmät	25
3.1 Tiedonkeruumenetelmät	26
3.2 Haastattelujen analysointi	28
4 Tulokset	29
4.1 Case Kaskelantie 1	29
4.1.1 Hankkeen kulku	30
4.1.2 Onnistumiset ja kehitysehdotukset	30
4.2 Tilaajan ja rahoittajan suhde vähähiiliseen rakentamiseen	32
4.2.1 Tilaajien näkemykset vähähiilisestä rakentamisesta	32
4.2.2 Rahoituksen näkymät	34
4.2.3 Haastattelujen yhteenveto ja johtopäätökset	35
4.3 Hankkeen hiilijalanjäljen pienentäminen	37
4.3.1 Hankeprosessin kehittäminen	37
4.3.2 Kustannustehokkaat vähähiiliset ratkaisut	38
4.3.3 Vähähiiliset ideoinnit ja innovaatiot	40
4.3.4 Korttelihankkeet	42

4.4	Arvot ja sitoutuminen vähähiiliseen rakentamiseen	42
5	Yhteenveto ja johtopäätökset.....	44
5.1	Pohdinta ja johtopäätökset	44
5.2	Tutkimuksen kontribuutio	46
5.3	Tutkimuksen luotettavuus ja jatkotutkimusaiheet.....	47
6	Lähteluettelo	49
	Liiteluettelo.....	52
	Liitteet	

Lyhenteet ja käsitteet

CO ₂ e	Hiilidioksidiekvivalentti, joka sisältää hiilidioksidipäästöjen lisäksi myös muiden kasvihuonekaasujen ilmastovaikutuksen.
ERA 17	Suomessa perustettu toimintaohjelma, joka tähtää rakennetun ympäristön energiatehokkuuteen.
KVR	Kokonaisvastuurakentaminen, eli urakkamuoto, jossa pääura-koitsijan vastuulla on hankkeen suunnittelu ja toteutus.
LVIS	Lämpö-, vesi-, ilma- ja sähkötekniikka.
NCC	Nordic Construction Company, Pohjoismainen rakennusyritys.
nZEB	Nearly Zero Energy Building, lähes nollaenergiatalo.
Optiplan	Suunnitteluyritys, NCC:n yhteistyökumppani.
PVC	Edullinen ja helposti jalostettavissa oleva valtamuovi.
Tilaaaja	Taho, joka toimii hankkeen rakennuttajana.
Workshop	Tilaisuus, jossa hankkeen tilaaja ja pääurakoitsija vievät hanketta eteenpäin ratkomalla hankkeeseen liittyviä ongelmia.

1 Johdanto

1.1 Tutkimuksen tausta

Ympäristöasiat ovat olleet viimeisten vuosien aikana suuri puheenaihe, ja maapallon suojelemiseksi tehdään entistä enemmän töitä. Suurimman haasteen aiheuttaa tällä hetkellä ihmisen toiminnan seurauksena syntyvien hiilidioksidipäästöjen liiallinen kasvu. Kun ihmisen aiheuttamat hiilidioksidipäästöt ylittävät maapallon kyvyn sitoa sitä, ilmakehän niin sanottujen kasvihuonekaasujen määrä kasvaa. Kasvihuonekaasut puolestaan estävät auringosta tulevaa lämpösäteilyä heijastumasta takaisin avaruuteen, joka aiheuttaa ilmaston lämpenemisen. (National geographic 2019.)

Ympäristöasiat heijastuvat voimakkaasti myös rakennusalaan, sillä rakennukset kuluttavat noin 40 % koko maapallon kokonaisenergiantuotannosta, ja synnyttävät noin kolmanneksen hiilidioksidipäästöistä (Berninger 2012). Jo pitkään rakennusallalla on pyritty säästämään luonnonvaroja parantamalla rakennuksien energiatehokkuutta, sekä säästämällä rakennusmateriaaleja, mutta vasta viime aikoina ympäristöystävällinen rakentaminen pyritään kohdistamaan vain yhteen selkeään kokonaisuuteen, vähähiiliseen rakentamiseen. Lähes kaikki rakentamisen ympäristöystävälliset ratkaisut vaikuttavat rakennuksen lopulliseen hiilijalanjälkeen, joten siksi se on hyvä mittari vertailemaan rakennusten välisiä ympäristöhaittojen suuruuksia. (Vähähiilisen rakentamisen seminaari 2019.) Suomessa vähähiilisen rakentamisen tavoitteena on vähentää kasvihuonekaasupäästöjä ilmastolain mukaisesti. Uusia keinoja tarvitaan, sillä nykyisin toimenpitein Suomi ei saavuta EU:n 2030 ilmastotavoitteita. Vaikka ympäristöasiat ovat olleet kuuma puheenaihe viime aikoina, rakennusallalla on yhä heikko tietämys kestävästä rakentamisesta, eivätkä hankkeiden tilaajat ota mielellään vähähiilisen rakentamisen mukana tulevia kustannusriskejä.

Vähähiilisestä rakentamisesta on alettu puhumaan entistä enemmän rakennusalan piireissä, ja siitä syystä suuret urakoitsijayritykset hakevat nyt valmiuksia vähähiilisen rakentamisen toteuttamiseksi. Tämä tutkimus lähti liikkeelle tilaajayrityksen NCC Suomi Oy:n asuntorakentamisen yksiköllä tarpeesta parantaa asemiaan vastuullisena ympäristön puolesta toimivana rakentajana. NCC:llä on jo paljon kokemusta ympäristöystävällisestä rakentamisesta kotimaansa Ruotsin puolella, joten vähitellen tätä taitoa halutaan osoittaa myös muissa Pohjoismaissa. NCC Suomi Oy:n asuntorakentamisen yksikön kokemukset ympäristöhankkeista jäävät toistaiseksi vain muutamaan hankkeeseen, joista kuuluisin on syksyllä 2018 valmistunut Joutsenmerkki-ympäristöluokituksen saanut Kaskelantien hanke.

NCC Suomi Oy on jo aikaisemmin tehnyt tutkimuksia rakennusten ympäristöystävällisyyteen liittyen, kuten esimerkiksi Kaskelantien hankkeen aikana tehty tutkimus ympäristöluokitellun rakentamisen rakennusprosessin hallinnasta (Knuutila 2017). Valtaosa aikaisemmin tehdyistä tutkimuksista kuitenkin liittyy enimmäkseen itse rakennusprosessin aikaisiin parannuksiin, joten nyt oli tarpeen tutkia vähähiilistä rakentamista kohdistuen hankkeen alkupuolelle, hankekehitys- ja suunnitteluvaiheisiin. Tiedetään, että suurin osa hankkeen piirteistä määräytyy tilaajan, rahoittajan sekä asemakaavoituksen päätösten mukaan, ja hankkeen pääurakoitsijan voi joskus olla vaikea vaikuttaa joihinkin tilaajan, rahoittajan tai kunnan omaaviin intresseihin hankkeen suhteen. Hankkeen ympäristöystävällisyyteen on kuitenkin kaikkein parhaat mahdollisuudet vaikuttaa jo hankekehitys- ja suunnitteluvaiheissa, kun hanketta muovataan yhdessä hankkeen muiden osapuolien kanssa.

1.2 Tutkimuksen tavoitteet ja rajaus

Vähähiilistä rakentamista on tutkittu jo paljon sekä onnistuneita hankkeita on jo olemassa, mikä viittaa siihen, että tiedot ja taidot vähähiilisyyteen ovat jo olemassa. Ongelmia vähähiilisen rakentamisen toteutuksessa on kuitenkin monessa hankkeen eri vaiheissa, ja tässä tutkimuksessa keskitytään erityisesti hankkeen alkuvaiheiden ongelmiin.

Tutkimuksen päätavoitteena on kehittää ratkaisuja hankekehitys- ja suunnitteluvaiheisiin hankkeen vähähiilisyyden varmistamiseksi. Suurimmat vähähiilisen hankkeen päätökset tulevat tilaajalta ja asemakaavasta, mutta tässä tutkimuksessa keskitytään nimenomaan siihen, millä keinoin pääurakoitsija pystyy vaikuttamaan hankkeen vähähiilisyyteen, ja miten urakoitsija pystyy vaikuttamaan tilaajan tekemiin päätöksiin vähähiilisen rakentamisen puolesta.

Päätavoitteen saavuttamiseksi se on jaettu kolmeen alatavoitteeseen, joista ensimmäinen on kaavoitusprosessin optimointi, jonka tulisi antaa hankkeen vähähiilisyydelle mahdollisimman hyvät lähtökohdat. Toisena alatavoitteena on esittää helppoja, toimivia ja kannattavia vähähiilisiä suunnitteluratkaisuja, jotka houkuttelisivat hankkeen tilaajaa valitsemaan vähähiilisemmän ratkaisun. Kolmas alatavoite on luoda selkeämpi kokonaiskuva hankkeen tilaajan, rahoittajan ja pääurakoitsijan väliselle yhteistoiminnalle, ja sitä kautta kehittää yhteisiä vähähiilisiä tavoitteita ja ratkaisuja, jotka sopisivat jokaiselle osapuolelle.

Tavoitteiden saavuttamiseksi tutkimuksessa pyritään vastaamaan seuraaviin kysymyksiin:

1. Miten kaavoitusprosessi toimii, ja millä keinoin lopullisesta asemakaavasta saataisiin vähähiilisen rakentamisen kannalta mahdollisimman suotuisa?
2. Mitkä keinot hankekehitys- ja suunnitteluvaiheissa luovat hyvän pohjan vähähiiliselle hankkeelle, ja mitä asioita tulisi välttää?
3. Mitä kustannustehokkaita vähähiilisiä suunnitteluratkaisuja pääurakoitsijan kannattaa suositella tilaajalle?
4. Miten tilaajat suhtautuvat vähähiiliseen rakentamiseen, ja mitä pääurakoitsija voi tehdä helpottaakseen tilaajia vähähiilisestä rakentamisesta päätettäessä?

Tutkimustyön tilaajana toimii NCC Suomi Oy:n asuntorakentamisen yksikkö, joten työ keskittyy pääsääntöisesti uudisrakentamisen asuinkerrostalohankkeisiin. Tämä ei kuitenkaan tarkoita sitä, etteikö moni työssä esitelty keino toimisi esimerkiksi toimitila- tai korjaushankkeessa. Kuten työn otsikkokin kertoo, tutkimustyö on rajattu koskemaan hankkeen alkuvaihetta, hankekehitystä ja suunnitteluvaihetta. Vaikka moni tutkimuksessa esiteltävä ratkaisu liittyikin hankkeen tuotantovaiheeseen tai itse lopputuotteeseen, on päätös näistä tehty kuitenkin jo hankekehitys- tai suunnitteluvaiheissa yhdessä hankkeen tilaajan kanssa. Tutkimuksessa esiteltävän hankkeen prosessikuvauksen pohjaksi on valittu tilaajayrityksen toimintajärjestelmän mukainen KVR-urakkamuoto (kokonaisvastuurakentaminen), jonka vaiheet esitellään hieman alempana luvussa 2.2 kuvassa 4.

Toisen empiirisen osan haastatteluosioon on valittu NCC Suomi Oy:n pääkaupunkiseudun toimipisteen neljä suurinta tilaajayritystä. Vaikka suuri osa uudisrakentamisesta tapahtuu näiden neljän tilaajan kanssa, on NCC:llä paljon muitakin tilaajia, joiden näkemyksiä ei tässä tutkimuksessa nähdä. Lisäksi kaikki neljä haastateltavaa tilaajaa toimivat pääkaupunkiseudun alueella, joten heidän keskinäinen kilpailu sekä pääkaupunkiseudulla vallitseva ympä-

ristötrendi vaikuttavat varmasti heidän mielipiteisiin ja tavoitteisiinsa. Viimeisenä rajauksena mainittakoon, että ilmastonmuutoksen aiheuttaviin kasvihuonekaasuihin kuuluu useita eri yhdisteitä, mutta tässä työssä keskitytään nimenomaan vain hiilidioksidipäästöihin.

1.3 Tutkimusmenetelmät ja työn rakenne

Tutkimuksen kvalitatiivisen, eli laadullisen osan muodostavat kirjallisuustutkimus sekä eri toimijoiden haastatteluista koostuva empiirinen osio. Tutkimus sisältää myös lyhyen tapaus-tutkimuksen, jossa pyritään keräämään tapaustutkimuskohteen laadullista sekä määrällistä aineistoa tutkimustulosten johtamiseksi.

Luku 2 sisältää lyhyen kirjallisuustutkimuksen, jossa tutustutaan vähähiiliseen rakentamiseen ja siihen liittyviin päästötavoitteisiin, ohjauskeinoihin, rakennushankkeen rakentamiseen, sekä vähähiiliseen suunnitteluun, sen kannattavuuteen ja riskeihin. Kirjallisuustutkimuksen tarkoituksena on perehtyä tutkimuksen aiheeseen ja käsitteisiin, sekä yhdistää aikaisemmin tehtyjen tutkimuksien tuloksia selkeämmäksi kokonaisuudeksi. Tämä kokonaisuus toimii myös hyvänä pohjustuksena tutkimuksen empiiristä osaa varten.

Luvussa 3 esitetään empiirisen tutkimuksen toteutus vielä tarkemmin, sekä kerrotaan tutkimuksen tiedonkeruumenetelmistä ja tietojen analysointimenetelmistä.

Luku 4 koostuu tutkimuksen tuloksista, jotka on jaettu kahteen eri osioon. Ensimmäinen empiirinen osio on tapaustutkimus, jonka tapaustutkimuskohteena toimii NCC Suomi Oy:n ensimmäisen ympäristöluokituksen saanut asuinrakennushanke. Tutkimuskohteena olevaa rakennushanketta ja sen onnistumisia analysoidaan siitä tehtyjen tutkimusten ja muiden julkaisujen, sekä hankkeen parissa työskennelleiden toimihenkilöiden haastattelujen perusteella. Hankkeen tapaustutkimuksen tarkoituksena on kerätä keskeisimmät opit hyvin onnistuneesta, pienen hiilijalanjäljen omaavasta asuinkerrostalohankkeesta. Toinen empiirinen osio muodostuu NCC:n eri yhteistyökumppaneiden haastattelututkimuksesta, sekä kirjallisuustutkimuksessa esiintyneiden tietojen jatkojalostuksesta. Osiossa siis yhdistyy haastatteluissa esiin tulleet faktat, havainnot ja näkökulmat kirjallisuustutkimuksen tietoihin luoden uusia kokonaisuuksia ja havaintoja vähähiilisen rakennushankkeen hankekehitys- ja suunnitteluvaiheisiin.

Luvussa 5 käydään läpi tutkimuskysymysten vastaukset tiivistetysti, sekä koostetaan tutkimuksen aikana esitetyistä havainnoista johtopäätökset ja pohdinta. Tutkimuksen kontribuutio-osuudessa verrataan tutkimusta aikaisemmin tehtyihin samankaltaisiin tutkimuksiin, sekä pohditaan mitä uusia havaintoja tässä tutkimuksessa tehtiin. Lisäksi luvussa esitetään tutkimuksen pohjalta syntyneet kehitysehdotukset, sekä jatkotutkimusaiheet.

2 Kirjallisuustutkimus

2.1 Vähähiilinen rakentaminen

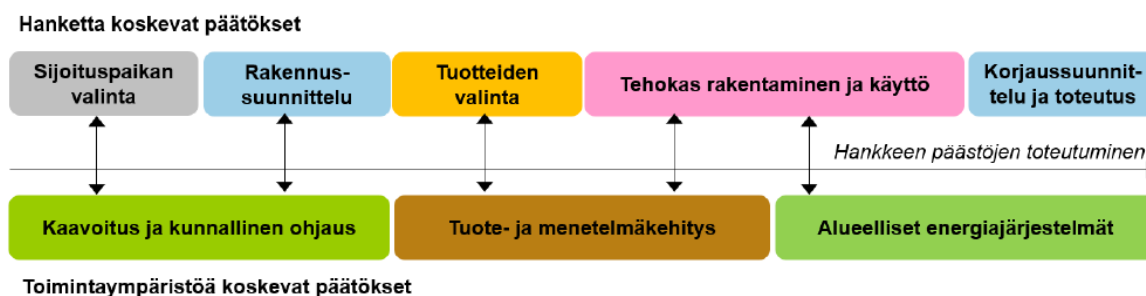
Ilmaston lämpeneminen on ollut suuri huolenaihe maapallolla jo pitkään. Suurimmaksi osaksi ihmisen toiminnasta aiheutuneet hiilidioksidipäästöt kuormittavat maapalloa liikaa, ja tällä voi olla tuhoisia seurauksia, mikäli kasvihuonekaasupäästöjä ei saada pian kuriin. (Marjakangas 2011.) Rakennusallalla on tässä ympäristöongelmassa suuri rooli kuluttaen noin 40 % koko maapallon energian kokonaiskulutuksesta ja päästäten noin 36 % koko Euroopan hiilidioksidipäästöistä (Berninger 2012). Parantamalla rakennusten energiatehokkuutta sekä pienentämällä niiden synnyttämiä hiilidioksidipäästöjä voidaan siis vaikuttaa suuresti koko maapallon hyvinvointiin. Tällä hetkellä noin 35 % kaikista Euroopan rakennuksista on yli 50 vuotta vanhoja, sekä lähes 75 % koko rakennuskannasta on energiatehottomia. Vuosittain korjausrakennetaan vain 0,4 – 1,2 % tästä rakennuskannasta, joka jättää uudisrakentamiselle tiukat tavoitteet rakennusten hiilijalanjäljen pienentämiseksi. (European Commission 2019.) Syy vähähiilisten tai kokonaan hiilineutraalien rakennusten yleistymiselle ei ole pelkästään tietojen tai taitojen puute, sillä jo pelkästään 2000-luvulla on jo paljon esimerkkejä onnistuneista vähähiilisistä rakennushankkeista (Suokas 2011). Ongelmakohtia vähähiilisessä rakentamisessa on monia, joista suurimpaan osaan voidaan vaikuttaa jo hankkeen alkuvaiheessa, ennen kuin mitään konkreettista on vielä olemassa.

Ympäristöministeriö toimii aktiivisesti vihreämmän Suomen puolesta myös rakennusallalla. Ympäristöministeriö järjesti keväällä 2019 ensimmäistä kertaa vähähiilisen rakentamisen seminaarin, johon osallistui paljon suomalaisia ja myös ulkomaalaisia rakennusallan toimijoita. Seminaarissa esiteltiin mm. eri maiden toimenpiteitä vähähiilisen rakentamisen suhteen, sekä Ympäristöministeriö päivitteli vuonna 2017 aloittamaansa tiekartta ohjelmaansa, jonka tavoitteena on ottaa käyttöön sääntely rakennusten elinkaaren aikaisen hiilijalanjäljen huomioimiseksi rakentamisen ohjauksessa (Bionova 2017). Ympäristöministeriöllä on kehitteillä myös rakennuksen hiilijalanjäljen laskentatyökalu, jonka myötä Suomen rakennusten hiilidioksidipäästöjä on helpompi mitata, ja sopivia rajoituksia voidaan alkaa suunnittelemaan (Vähähiilisen rakentamisen seminaari 2019). Käyttöystävällisen laskentatyökalun tekeminen ei ole helppoa, sillä rakennuksen koko elinkaaren hiilijalanjälki on monimutkainen, haastavasti laskettava kokonaisuus. Kuvasta 1 nähdään, kuinka monesta eri osatekijästä rakennuksen lopullinen hiilijalanjälki muodostuu.



Kuva 1. Rakennuksen elinkaaren hiilijalanjäljen muodostuminen vaiheittain (Bionova 2017).

Kuvaan 2 puolestaan on koottu vaikutusmahdollisuudet, joilla pystytään vaikuttamaan rakennuksen lopulliseen hiilijalanjälkeen. Kuvan yläosassa sijaitsevat ne hanketta koskevat päätökset, joilla hankkeen tilaaja sekä urakoitsija voivat halutessaan itse vaikuttaa hankkeen vähähiilisyyteen. Toimintaympäristöä koskeviin päätöksiin puolestaan ei voida niin helposti vaikuttaa, sillä niihin vaikuttava taho voi olla esimerkiksi kunta tai nykyinen markkinatilanne.



Kuva 2. Hankkeen vähähiilisyyden vaikutusmahdollisuudet (Bionova 2017).

2.1.1 Ympäristöluokitukset

Rakennusten elinkaaren hiilijalanjälkilaskenta on vielä toistaiseksi vapaaehtoista, mutta moni merkki viittaa siihen, että se muuttuu lähivuosina pakolliseksi. Tällä hetkellä päästö-laskentaa tehdään vielä suurimmaksi osaksi kaupallisten ympäristöluokitusjärjestelmien kannustamana, sillä ympäristöluokitukset ovat olleet viime vuosina kasvava trendi. Ympäristöluokituksen avulla rakennuksen omistaja saa varmuuden sen myynti- tai vuokratelpoisuudesta vaativammallekin (kansainväliselle) asiakkaalle, sillä ympäristömerkki takaa rakennuksen olevan kestävästi rakentamisen periaatteilla suunniteltu ja rakennettu, aina materiaalien loppukiertäykseen asti. Vapaaehtoisuuteen perustuvaa hiilijalanjälkilaskentaa voivat myös kasvattaa vihreät rahoitusinstrumentit, joista kerrotaan lisää myöhemmin tässä tutkimuksessa. (Bionova 2017.)

Ympäristöluokitusjärjestelmän avulla rakennus voidaan pisteyttää sen kriteerien avulla, jonka jälkeen sille voidaan antaa arvosana. Tuotantovaiheen aikana ympäristöluokitus toimii myös johtamisen työkaluna, ja se tukee kestävästä rakentamisesta tavoitteiden asettamisesta, seurantaan sekä dokumentointia. Käytännön päästölaskennan kannalta on olennaista, että käyttäjällä on Suomen olosuhteissa käytettäviä materiaaleja sekä niiden päästötiedot käytettävissä, ja että tiedot ovat keskenään yhdenmukaisia. (GBCF 2017.)

Yleisimmät Suomessa käytetyt ympäristöluokitus- ja arviointijärjestelmät ovat amerikkalainen LEED, brittiläinen BREEAM, pohjoismainen Joutsenmerkki, sekä Suomen olosuhteisiin kehitetty RTS (Rakennusteollisuus 2019). BREEAM-luokituksen saaneita uudisrakennuksia Suomessa oli helmikuussa 2017 yhteensä 56 kappaletta, ja LEED-luokituksen saaneita uudisrakennuksia oli yhteensä 80 kappaletta (Bionova 2017). Joutsenmerkittyjä rakennuksia Suomessa on vasta neljä, mutta rakenteilla on kuitenkin seitsemän kohdetta, näyttää Joutsenmerkittyjen talojen kartta (2019). RTS-sertifikaatti on valmistunut vasta maaliskuussa 2017, ja tällä hetkellä rakenteilla on jo usea RTS-projekti.

Leadership in Energy and Environmental Design

LEED on yhdysvaltalainen kansainvälisesti vertailukelpoinen ympäristötehokkaiden rakennusten sertifiointijärjestelmä, joka perustuu riippumattoman kolmannen osapuolen tekemään arviointiin rakennuksen ympäristöominaisuuksista. Luokitukseen vaaditaan vähimmäisvaatimusten täyttäminen, jotka liittyvät mm. kiinteistön sijaintipaikan kestävyys, sekä sen energian-, veden-, ja materiaalien kulutukseen koko elinkaaren aikana. (Rakennusteollisuus 2019.)

Building Research Establishment's Environmental Assessment Method

BREEAM on englantilainen ekotehokkaiden rakennusten luokitusjärjestelmä, jonka on kehittänyt paikallinen tutkimusorganisaatio. Myös BREEAM ohjaa rakennuksen suunnittelua ja rakentamista, jota seuraa eri vaiheiden pisteytys ja loppuarvosana väliltä läpäisty, hyvä, erittäin hyvä tai erinomainen. BREEAM tarkastelussa huomioidaan mm. johtaminen, energian- ja vedenkulutus, käytetyt materiaalit, maankäyttö sekä työmaaliikenne. (Rakennusteollisuus 2019.)

Joutsenmerkki

Joutsenmerkki on Pohjoismaisen ympäristöneuvoston kuluttajasektorin perustama vuonna 1989. Myös Joutsenmerkki perustuu elinkaaritarkasteluun, huomioiden tuotteiden ja palveluiden päästöt koko elinkaaren ajalta. Joutsenmerkitylle rakennukselle on asetettu kaksi rajaa energiankulutukseen liittyen: Energian kokonaiskulutuksen suuruus, sekä prosenttiosuus, kuinka suuri osa energiasta täytyy tulla uusiutuvista energialähteistä. Myös rakennusvaiheessa käytettyjä materiaaleja sekä kemikaaleja valvotaan tiukasti. Joutsenmerkki ei anna kohteelle erillistä arvosanaa, vaan siinä on tietty pistemäärä, joka on saavutettava Joutsenmerkin myöntämiseksi. (Knuutila 2017.)

RTS-ympäristöluokitus

RTS-ympäristöluokitus ja RT-ympäristötyökalu on nimenomaan Suomen olosuhteisiin kehitetty ympäristöluokitusjärjestelmä, joka on tarkoitettu tilaajille, jotka haluavat toteuttaa ympäristövastuullista rakentamista. RTS-ympäristöluokitus pohjautuu eurooppalaisiin standardeihin ja sitoo yhteen alan yhteiset hyvät kotimaiset käytännöt, kuten Sisäilmastoluokituksen, M1-luokituksen, rakennusten elinkaarimittarit, Kuivaketju10:n ja Viherkerroin-menetelmän. Ympäristöluokitusmerkin tehtävänä on välittää tietoa siitä, että hankkeelle on

tehty kolmannen osapuolen puolueeton tarkastus, ja että hanke täyttää sille asetetut vaatimukset. Merkistä selviää myös saavutettu ympäristöluokitustaso, joka annetaan yhdestä viiteen tähteen. (Rakennusteollisuus 2019.)

Tässä tutkimuksessa ei pureuduta ympäristöluokituksiin tätä tarkastelua tarkemmin, mutta kohdassa 4.1 tarkastellaan NCC Suomi Oy:n asuntorakentamisen yksikön ensimmäistä ympäristöluokituksen saanutta hanketta, VAV Kaskelantietä, jolle myönnettiin Joutsenmerkki syyskuussa 2018.

2.1.2 Ilmastotavoitteet

Kestävän kehityksen tavoitteiden päämääränä on tehdä maailmasta parempi elinpaikka niin ihmisille, kuin kaikelle muullekin maapallolla elävälle. Tämän tutkimuksen, sekä NCC:n vähähiilisen rakentamisen tavoittelun kannalta on tärkeää tarkastella, millaisia ilmastotavoitteita löytyy globaalilta tasolta, Euroopasta, sekä Suomesta.

Kiotoon pöytäkirja hyväksyttiin vuonna 1997 Kiotossa ja se astui voimaan helmikuussa 2005. Pöytäkirjan voimaantulomiseksi vähintään 55 osapuolen oli ratifioitava se, ja yhdessä niiden piti tuottaa vähintään 55 % teollisuusmaiden hiilidioksidipäästöistä vuonna 1990. Nykyään Kiotoon sopimuksen on allekirjoittanut yhteensä 192 maata. (Kara 2005, s 11.) Yhdessä Kiotoon pöytäkirja, sekä vuonna 2015 Pariisissa laadittu uusi ilmastopöytäkirja ovat ne säädökset, jotka ohjaavat Euroopan Unionin, sekä Suomen toimintaa. Ilmastopöytäkirjojen päätavoite on pysäyttää ilmaston lämpeneminen 1,5 celsiusasteeseen. Globaalin ilmastopolitiikan myötä EU on sitoutunut vähentämään kasvihuonekaasupäästöjään välitavoittein yhteensä 80-95 % vuoteen 2050 mennessä, verraten vuoden 1990 päästötasoon. Lyhyen aikavälin tavoite on 20 % vuoteen 2020 mennessä, ja keskipitkän aikavälin tavoite on 40 % vuoteen 2030 mennessä. EU:n tavoitteet eivät koske ainoastaan kasvihuonekaasupäästöjä, sillä tavoitteiksi on myös asetettu uusiutuvien energialähteiden osuuden olevan 20 % kokonaisenergiatuotannosta vuoteen 2020 mennessä, ja 27 % vuoteen 2030 mennessä, sekä energiatehokkuuden parantaminen 20 % vuoteen 2020 mennessä ja 27 % vuoteen 2030 mennessä, vuonna 2007 arvioituun kehityspolkuun verraten. (Suomen ilmastopolitiikka 2015.)

Euroopan Unionin sisäinen päästökauppa astui voimaan 2003. Päästökaupan toiminta perustuu siihen, että Euroopan komissio määrittelee kullekin päästökauppakaudelle päästöjen maksimimäärää vastaavan päästöoikeuksien kokonaismäärän. Tämä määrä jaetaan EU:n jäsenvaltioille, joissa se jaetaan edelleen eri tuotantolaitoksille. Päästökaupan piiriin kuuluva laitos tarvitsee siis päästöluvan, jotta sillä on oikeus päästää kasvihuonekaasuja ilmakehään. Päästöluvan lisäksi laitoksen täytyy myös maksaa synnyttämistään hiilidioksiditonneista, joka myös samalla tekee laitoksen tuotannosta vähemmän kannattavaa. (Kara 2005.) Vuonna 2013 päästötonnin hinta oli alle 3 euroa, mutta 2017-2018 välisenä aikana hinta on moninkertaistunut, ja elokuussa 2018 päästötonni on maksanut jopa 20 euroa (Morison & Hodges 2018).

Päästökauppa asettaa myös omat rajoituksensa rakennusteollisuudelle, sillä se on ainoa velvoittava rakennusmateriaalien päästöjä sääntelevä ohjausjärjestelmä EU-tasolla (Bionova 2017). Päästökaupan piiriin kuuluu mm. rakennustuoteteollisuus, kemianteollisuus, metallien jalostusteollisuus, sekä sähkön- ja kaukolämmöntuotanto. Päästökauppa voi vaikuttaa monella tavalla yritysten toimintaan, sillä yritykset joutuvat ottamaan huomioon päästöoi-

keuksien saatavuuden. Vuosittaisessa päästöoikeuksien jakosuunnitelmassa jopa 99 % päästöoikeuksista jaetaan yritysten kesken, ja vain yksi prosentti päätyy markkinoille kaupattavaksi (Honkatukia ja Rajala 2007, s.1). EU:n sisäisen päästökauppajärjestelmän sekä Kioton pöytäkirjan mukaisen päästökaupan päätavoitteena on päästövähennystavoitteiden saavuttaminen mahdollisimman kustannustehokkaasti. Lisäksi päästökaupan piiriin kuuluville maille EU on asettanut tavoitteeksi 21 % päästöoikeuksien vähennyksen vuoteen 2020 mennessä vuoden 2005 tasosta. (Energiavirasto 2019.)

Agenda 30 on YK:n vuonna 2012 käynnistämä ohjelma, joka koskee kaikkia YK:n 193 jäsenmaata. Se pitää sisällään 17 päätavoitetta sekä yhteensä 169 alatavoitetta, ja ne on tarkoitus täyttää vuoteen 2030 mennessä. (Suomen YK-liitto 2019.) Kuten kuvasta 3 nähdään, moni 17 päätavoitteesta koskee jollain tasolla rakennusteollisuutta.



Kuva 3. Agenda 30 päätavoitteet (Suomen YK-liitto 2019).

Agenda 30 ei sisällä numeraalisia tavoitteita, sillä tavoitteet on asetettu vain maiden toimintaa ohjaaviksi. Agenda 30:sta voidaan koota seuraavat rakennusteollisuutta koskevat tavoitteet: Halvat/kustannustehokkaat ratkaisut, terveellinen sisäilman laatu, vähäinen energian- ja vedenkulutus, uusiutuvien energianlähteiden käyttö, kestävät ratkaisut, sekä vastuullinen ja tehokas materiaalien käyttö ja kierrätys.

EU:lla on myös käynnissä ZEBRA2020-strategia, jonka suurena tavoitteena on, että vuoden 2020 jälkeen rakennetaan vain lähes nollaenergiataloja (nZEB, nearly zero energy building). Kunnianhimoinen päämäärä on, että 100 % uusista rakennuksista olisi lähes nollaenergiataloja, sillä tiedot ja taidot niiden rakentamiseen ovat jo olemassa (Suokas 2011). Ongelmina kuitenkin on, että merkittävä osa nollaenergiatalon määritelmästä ei täytä voimassa olevan EU-direktiivin (EPBD) energiatehokkaan rakennuksen määritelmää, sekä luotettavan datan kerääminen on vielä hankalaa. Näiden ongelmien myötä EU hakee vuonna 2020 lähes nollaenergiatalon, eli nZEB:n standardisointia, ja näin ollen uusi EPBD-direktiivi määrittelee tarkasti, mikä on nZEB. ZEBRA2020-strategiaan kuuluu 17 Euroopan valtiota, jotka kattavat lähes 90 % Euroopan rakennuskannasta ja väestöstä. EU käynnisti ohjelman tiedostaen, että suurin osa nyt rakennetuista rakennuksista ja asennetuista laitteista ovat käytössä vielä 2050, jolloin tiukat päästötavoitteet olisi lunastettava. (Toleikyte ym. 2016.) Suomi ei kuulu ZEBRA2020-strategiaan, sillä Suomella oli käynnissä oma ERA17-ohjelma, jolla Suomi

pyrki energiaviisauden kärkimaaksi. ERA17 tavoitteena oli täyttää EU:ssa asetetut tavoitteet muita nopeammin, satavuotiaan Suomen juhluvuodeksi 2017. Kaikkiin tavoitteisiin ei kuitenkaan päästy, mutta ohjelman avulla onnistuttiin luomaan rakennetun ympäristön alalle uusi toimintamalli, jonka avulla julkisten ja yksityisten toimijoiden välinen yhteistyö vahvistui ja energiatehokkuuden toimet edistyivät sekä säädösten, että käytännön työn tasolla.

1.6.2015 astui Suomessa voimaan kansallinen ilmastolaki, jossa säädetään ilmastopolitiikan suunnittelujärjestelmästä ja ilmastotavoitteiden toteutumisen seurannasta. Suunnittelujärjestelmän tavoitteena on varmistaa Suomea koskevien päästötavoitteiden täyttyminen, sekä sopeuttaa Suomi ilmastomuutoksen hillintään johtaviin toimiin. Kansallinen ilmastolaki perustuu kansainväliseen sekä EU:n sisäiseen ilmastopolitiikkaan. Ilmastolain pitkän aikavälin päätavoitteena on 80 prosentin päästövähennykset vuoteen 2030 mennessä, sekä lyhyen välin tavoitteina on 20 prosentin päästövähennykset sekä uusiutuvien energianlähteiden nosto 38 prosenttiin loppukulutuksesta vuoteen 2020 mennessä. (Ympäristöministeriö 2019.) Suomen ilmastopolitiikan (2015) raportin mukaan rakennetussa ympäristössä täytyy tehdä parannuksia kolmessa eri tasossa: Yhdyskuntasuunnittelussa (palvelut, joukkoliikenne, lähienergiantuotanto), rakennuksissa (energiatehokkuus, ylläpito ja korjaus), sekä yksilön elämäntapa ja kulutustottumuksissa (rakennusten käyttö).

Suomessa kunnianhimoisimmat ilmastotavoitteet on asetettu niin sanotuissa Hinku-kunnissa, joita on Suomessa tällä hetkellä jo 47, ja niiden yhteenlaskettu väkiluku on 871 300 (Hiilineutraali Suomi 2019). Hinku-kunnaksi nimeämisen edellytyksenä on, että kunta ottaa kasvihuonekaasupäästönäkökulman huomioon kaikessa kunnan merkittävässä päätöksenteossa, sekä pyrkii aktiivisesti tavoittelemaan Hinku-kuntien tavoitetta vähentää päästöjä jopa 80 % vuoden 2007 tasosta vuoteen 2030 mennessä (Virkamäki ym. 2017). Asukasluvultaan suurin Hinku-kunta on Pori (84 600), sillä tätä suuremmilla kunnilla voi olla vaikeuksia päästä 80 prosentin päästövähennystavoitteeseen näin nopeasti (Hiilineutraali Suomi 2019). Pääkaupunkiseudun ilmastostrategiassa on asetettu tavoitteeksi vähentää kasvihuonekaasupäästöjä 39 % asukasta kohden vuoteen 2030 mennessä (Virkamäki ym. 2017).

2.1.3 Kunnallinen ohjaus

Suomessa rakennushankkeiden määräysten mukaisuutta valvoo kuntien järjestämä rakennusvalvonta. Mikäli hanke on määräysten mukainen ja vaatimukset täyttävä, rakennusvalvontaviranomainen myöntää rakennusluvan. Ennen rakennuksen käyttöönottoa rakennusvalvonta myös tarkastaa, että rakennus vastaa myönnettyä rakennuslupaa, suunnitelmia ja kaavatason määräyksiä. (Bionova 2017.) Yhdessä kunnalla sekä sen rakennusvalvonnalla on suuri vaikutusmahdollisuus rakennushankkeiden vähähiilisyyteen. Kunnan tehokkain rakentamisen ohjauskeino on kaavoitusjärjestelmä. Kunnalla on alueillaan täysi kaavoitusmonopoli, jolla se pystyy määrittämään suurimmilta osilta sen, millaisia rakennuksia alueelle rakennetaan. Esimerkiksi kunta pystyy määrittämään uudelle asuinalueelle vain puurakenteisia rakennuksia, jotka hyödyntävät maalämpöä sekä uusiutuvia energianlähteitä. (Vähähiilisen rakentamisen seminaari 2019.) Kunta voi myös asettaa hiilijalanjälkeä koskevia vaatimuksia asemakaavaan liitettävien rakennustapaohjeiden kautta, tai maanomistajana kunta voi ohjata hiilijalanjälkeä myös tontinluovutusehtojen kautta (Virkamäki ym. 2017). Itse kaavoitusprosessia käydään tarkemmin läpi kohdassa 2.2.4.

Kuntien toinen tehokas vähähiilisen rakentamisen ohjauskeino on erilaiset kuntien tarjoamat kannustimet, tuet sekä rahoitusinstrumentit, joilla pyritään kompensoimaan korkeampia rakennuskustannuksia. Tai esimerkiksi rakennuksen energialuokka voidaan liittää rakennuksen kunnan päättämän kiinteistöveron osaksi, joka motivoi parantamaan rakennuksen energiatehokkuutta, ja sen myötä pienentämään hiilijalanjälkeä. (Virkamäki ym. 2017).

Kunnat tulevat myös jatkossa keskittymään enemmän maankäyttöön ja rakennusten sijoitteluun, sillä tonteilla voi olla merkittäviä vaikutuksia rakennuksen hiilijalanjälkeen, jolloin rakennuksen pohjien kannalta haastavia tontteja tulisi vältellä (Vähähiilisen rakentamisen seminaari 2019).

2.2 Rakennushankkeen kehitys- ja suunnitteluvaihe

Rakennushanke koostuu urakkamuodosta riippumatta useasta eri vaiheesta, ja itse rakentaminen on vain yksi osa kokonaisuutta. Kestävässä rakentamisessa vähähiiliset ratkaisut ovat mukana jokaisessa vaiheessa hankkeen alusta aina rakennuksen purkamisen myötä syntyneiden jätteiden loppulajitteluun asti. Suosituimmat urakkamuodot NCC Suomi Oy:llä ovat KVR sekä kilpailu-urakat (puhdas urakka). Noin kolmasosa NCC Suomi Oy:n asuntorakentamisen hankkeista ovat urakkamuodoltaan KVR-hankkeita. Alla olevasta kuvasta 4 nähdään kummankin urakkamuodon eri vaiheet.



Kuva 4. KVR-hankkeen (kelt.) ja kilpailu-urakan (sin.) vaiheet (NCC toimintajärjestelmä).

Kuvasta 4 huomataan, ettei kilpailu-urakassa ole ollenkaan hankekehitys tai suunnitteluvaihetta, joten kilpailu-urakkamuoto jää tämän työn rajauksien ulkopuolelle. NCC:lle on aikaisemmin tehty tutkimuksia vähähiilisestä rakentamisesta hankkeen rakennusvaiheessa, mutta tässä työssä keskitytään hankkeen alkuvaiheisiin, hankekehitykseen ja suunnitteluvaiheeseen.

Rakennusprosessin lisäksi on myös syytä tutustua hankkeen muihin vaikuttajiin. Näitä ovat hankkeeseen ryhtynyt toimija, eli hankkeen tilaaja, hankkeen mahdollinen rahoittaja, sekä kaavoitusjärjestelmällään vaikuttava kunta. Nämä kolme tahoa luovat suurimmat haasteet vähähiiliselle rakentamiselle, sillä kaikilla on omat intressinsä, sekä paljon vaikutusvaltaa hankkeeseen liittyvissä päätöksissä.

2.2.1 Tilaaja

Jokaisella hankkeella on tilaaja, eli rakennushankkeeseen ryhtyvä taho. Kilpailu-urakassa tilaaja toimittaa valmiit suunnitelmat valitsemalleen urakoitsijalle, ja vastaa suunnitelmien toimivuudesta. Tilaajalla on myös vastuu siitä, että rakennus suunnitellaan ja rakennetaan

rakentamista koskevien säännösten mukaan, sekä tietysti myönnetyn rakennusluvan mukaisesti. (Karhu 2014). KVR-hankkeessa tilaajan vastuu kuitenkin pienenee, sillä tilaaja antaa urakoitsijalle vastuun hankkeen rakentamisesta, sekä rakennuksen suunnittelusta. KVR-hanke etenee suurimmilta osin tilaajan ehdoilla ja tilaajalla on myös hankkeeseen liittyen lopullinen päättävä valta, mutta hanke etenee kaikkein sulavimmin silloin, kun tilaaja, urakoitsija ja suunnittelija ovat kaikki yhteisymmärryksessä, ja kunnioittavat toisiaan. Vähähiilinen rakentaminen on siis hyvin paljon tilaajasta riippuvainen asia, ja siitä syystä urakoitsijalla ja suunnittelijalla on syytä olla hyviä perusteluja vähähiilisille ratkaisuille, mikäli osapuolia kiinnostaa pienempi rakennuksen hiilijalanjälki.

2.2.2 Rahoitus

Kaikki rakennushankkeet ovat perusluonteeltaan investointeja, jotka tarvitsevat oman pääoman lisäksi lähes poikkeuksetta velkarahoitusta. Nykyään suuri osa kansainvälisistä kiinteistösijoittajista edellyttävät kohteiltaan ympäristöluokitusta varmistaakseen kohteen jälkimarkkinakeloisuuden. Tämä ohjaa voimakkaasti rakennushankkeita vähähiilisyyttä kohti. (Bionova 2017.) Sijoittamalla ympäristöystävälliseen rakennukseen varmistaa kohteen kysynnän myös tulevaisuudessa, kun Euroopan asettamat päästötavoitteet lähestyvät.

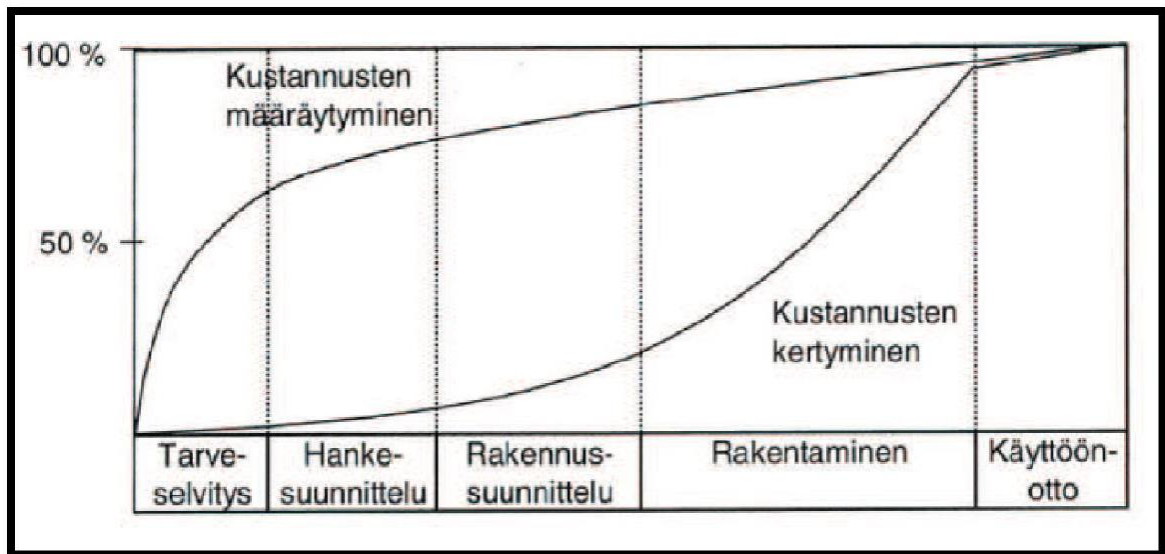
Erilaiset rahoitusinstrumentit ja tuet ovat hyviä ajureita haasteena oleville korkeammille rakennuskustannuksille vähähiilisessä rakentamisessa. Vihreä rahoitus on Kuntarahoituksen myöntämää lainaa, jota voi hakea hankkeeseen, jossa syntyy selkeitä ja mitattavia ympäristölle hyödyllisiä vaikutuksia. Vihreän rahoituksen ehdot ovat samat kuin muissakin Kuntarahoituksen rahoituksissa, mutta vihreä rahoitus on tavallista lainaa edullisempaa. Se tuo hankkeelle myös paljon positiivista näkyvyyttä, sillä Kuntarahoitus julkistaa tiedot kaikista vihreää rahoitusta saaneista hankkeista omilla verkkosivuillaan, sekä niiden tuloksista raportoidaan vuosittain medialle, kansainvälisille sijoittajille ja muille sidosryhmille. Tähän mennessä vihreän rahoituksen saamiseen on vaadittu rakennukselta A-energialuokka, mutta kuntarahoituksen kriteereihin on tulossa lähiaikoina muutos siten, että jatkossa energiatehokkuusluokan rinnalla huomioidaan myös rakennuksen hiilijalanjälki. (Kuntarahoitus 2019.)

Tavallisesti rahoittajilla ei ole vahvaa tietämystä hankkeen elinkaarikustannuksista, eikä näkemystä siitä, minkälaiseen hankkeeseen rahaa lainataan. Esimerkiksi pankeilta puuttuu kyky arvioida vähähiilisen sekä tavallisen rakennuksen pitkän aikavälin kustannuseroja. Rahoittajille tärkein asia on saada sijoitukselleen tuotto, joten rahoittajille on tärkeää vain rakentamisen kustannukset. Koska rahoittaja ei usein maksa elinkaarikustannuksia, rahoittajia kiinnostaa erityisesti talon rakentamisen kustannusoptimointi. (Barlett & Howard, 2000.)

Suomessa toimiva rahoitusyhtiö ARA (Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus) painottaa rahoituksen myöntämisperusteissa vahvasti elinkaaritaloudellisia ja energiaa säästäviä rakennushankkeita, sillä ARA-kohteet rakennetaan rahoitustyyppistä riippumatta omistajiensa pitkäaikaiseen omistukseen (Pylväinen 2019). ARA vastaa keskeisesti valtion asuntopolitiikan toimeenpanosta, sekä myöntää asumiseen ja rakentamiseen liittyviä korkotukilinoja, avustuksia, tukia ja takauksia. Noin puolet Suomen vuokra-asunnoista on valtion tukemaa ARA-tuotantoa. ARA on myös mukana asumisen kehittämiseen ja asuntomarkkinoiden asiantuntijuuteen liittyvissä hankkeissa, ja lisäksi ARA tuottaa jatkuvasti rakennusalaan liittyviä tietopalveluita. ARA todettiin tutkimuksessa sopivaksi rahoitusnäkökulman edustajaksi sen laajan rakennusalan toiminnan vuoksi, ja lisäksi ARA:n toiminta-ajatus ekologisesti kestävän asumisen edistämisestä tukee hyvin tutkimuksen aihetta.

2.2.3 Hankekehitys

KVR-urakassa hankekehitys on ensimmäinen vaihe, jossa pääurakoitsija liittyy hankkeeseen mukaan. Hankekehityksessä selvitetään syyt, miksi rakennushankkeeseen ryhdytään ja millaiset kustannusvaikutukset sillä on (Kankainen & Junnonen 2004 s. 9-14). Hankekehityksen jälkeen rakennusliikkeellä tulisi olla selkeä käsitys hankkeen kannattavuudesta. Hankekehitysvaiheessa hanke muovautuu kaikkein eniten, joten vähähiilinen rakentaminen on tuotava jatkuvasti esille kaikissa suurissa hankekehityksessä tehtävissä päätöksissä. Mitä lähemmäs hanke etenee tuotantovaihetta, sitä vähemmän hankkeen vähähiilisyyteen voidaan enää vaikuttaa. Päätösten vaikutusta koko prosessissa voidaan hyvin kuvata kustannusten määräytymisellä hankkeen eri vaiheissa, kuten kuvasta 5 voidaan havaita.

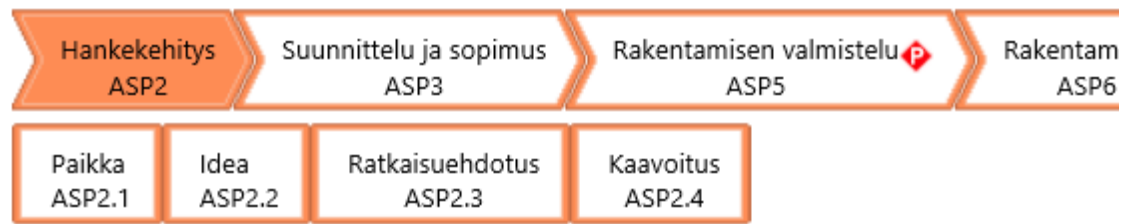


Kuva 5. Rakennushankkeen kustannusten määräytyminen ja kertyminen hankkeen eri vaiheissa (Kankainen & Junnonen 2004 s. 41–43).

Hankekehityksellä voidaan tarkoittaa mm. maa-alueen kehittämistä, kaavoittamista, sekä hankkeen eteenpäin viemistä rakentamisen mahdollistamiseksi. Hankekehityksen aikana rakennusliikkeen on tarkoitus suunnitella reunaehdot mukaillen omiin tavoitteisiinsa sopivan hankkeen. Hankekehityksen merkittävimmät kysymykset ovat kohteen muunneltavuuden, massoittelemisen, energiaratkaisujen sekä päämateriaalien huomiointi suunnittelun lähtökohdissa. Lisäksi voidaan myös laatia selvityksiä esimerkiksi passiivisuunnitteluratkaisujen hyödyntämisen mahdollisuuksista tai materiaalitehokkuuden optimoinnista.

Alla näkyvästä kuvasta 6 nähdään, mitä vaiheita hankekehitysvaihe tavanomaisesti pitää sisällään. Kuvaa seuraa lista, jossa tarkennetaan vaiheiden sisältämät selvitykset. Lista on koostettu NCC:n toimintajärjestelmästä, ja se saattaa poiketa muiden rakennusliikkeiden toimintaperiaatteista.

> ASUNTOPARTNERING 2017



Kuva 6. Hankekehityksen vaiheet (NCC toimintajärjestelmä 2019).

- **Paikka**
 - Asiakkuuksien hoito
 - Markkinoiden seuraaminen
 - Paikkojen ja liidien etsiminen
- **Idea**
 - Idean luominen ja jalostaminen
 - Karkea taloudellinen arviointi
 - Rakennusten karkea sijoittelu tontille
 - Potentiaalisen asiakkaan kartoittaminen
- **Ratkaisuehdotus**
 - Aikataulutavoitteiden asettaminen
 - Asiakkaan hankinta ja sitouttaminen
 - Kustannus ja kannattavuustavoitteiden asettaminen
 - Rakennusten tarkka sijoittelu tontille
 - Ratkaisuehdotuksen jalostaminen
 - Ratkaisuehdotusvaiheen suunnittelun ohjaus
 - Tontin kelpoisuuden arviointi
- **Kaavoitus**
 - Hankeaikataulun päivitys/tarkastus
 - Kaavavaiheen selvitykset
 - Kaavoitusvaiheen suunnittelun ohjaus
 - Kustannus- ja kannattavuusarvioiden päivitys/tarkastus
 - Suunnitelmien edelleen jalostaminen
 - Tontin rakennettavuuden arviointi
 - Viranomaisyhteistyö

(NCC toimintajärjestelmä 2019)

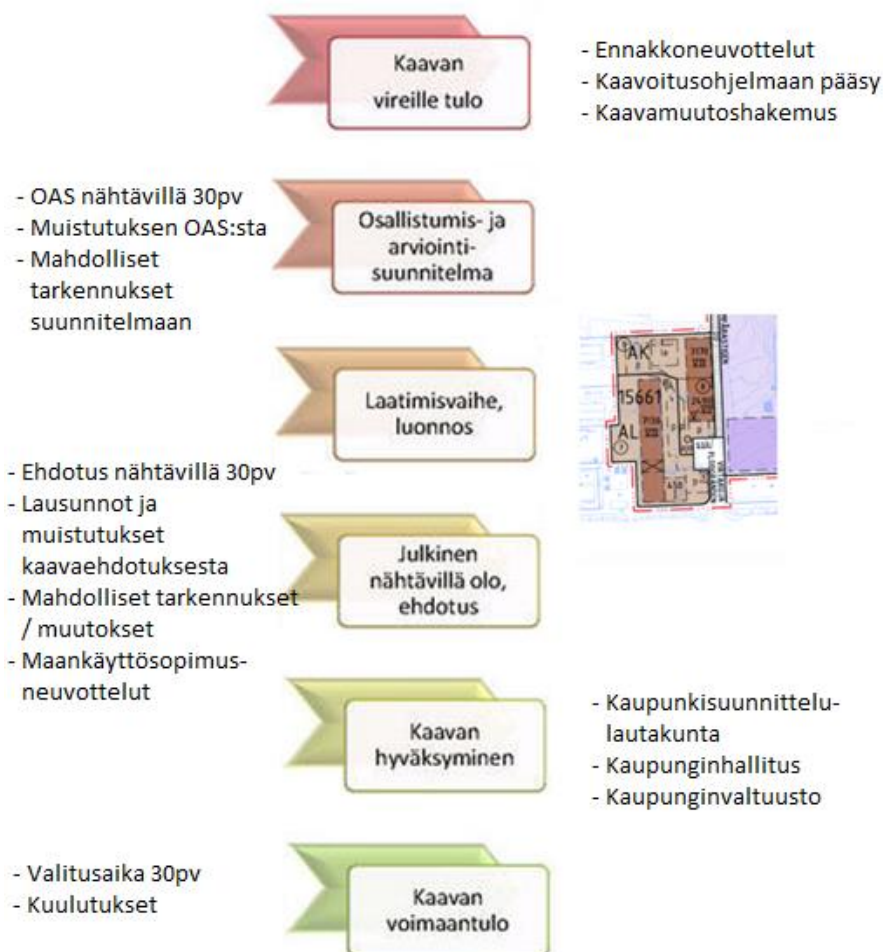
NCC:llä hankekehityksen prosessi seuraa aina samaa toimintajärjestelmän kaavaa, mutta sitä sovelletaan jokaisessa hankkeessa eri tavalla (H1). Yllä olevat listan mukaiset vaiheet etenevät limittäin, eikä niillä ole varsinaista oikeaa järjestystä. Optiplanin suunnitelujohtajan (H1) mukaan suurin riski hankekehitysvaiheessa on se, ettei tiedetä tarkkaan mitä ollaan

tekemässä, ja suunnitellaan jotain mitä ei voidakaan tosielämässä toteuttaa. Hankkeen suunnitelmien edetessä tahojen väleille muodostuu herkästi tietokatkoja, joka saattaa johtaa helposti kyseiseen virheeseen.

2.2.4 Kaavoitus

Asemakaavoitus on maankäytön suunnittelun yksityiskohtaisin ja eniten rajoja asettava vaihe, jolla on yksi merkittävimmistä vaikutuksista vähähiilisen rakentamisen onnistumiseen. Kaavoituksessa ohjataan monia rakennuksen hiilijalanjäljen kannalta merkittäviä tekijöitä, kuten rakennuksen sijainti, suuntaus, massoittelu, tehokkuus, rakentamisen tiiveys, käytettävät materiaalit sekä energiajärjestelmät. Esimerkiksi rakennuksen julkisivumateriaalit on usein määritelty tarkkaan asemakaavassa, jolloin asuinalueen arkkitehtuuri saadaan pidettyä yhtenäisenä.

Useimmissa KVR-hankkeissa kyseiselle tontille ei vielä ole tehty asemakaavoitusta, jolloin se tehdään hankekehitysvaiheen alussa yhdessä tilaajan kanssa. Mikäli tilaaja ei omista tonttia, asemakaavoituksen laadintaan osallistuu myös tontin omistaja. Tällöin myös hankkeen pääurakoitsijalla on suuri vaikutusmahdollisuus kaavoituksen lopputulokseen, sillä hyvin perustellut ehdotukset otetaan usein positiivisesti vastaan. Kuvassa 7 on esitetty kaavoituksen kulku vaiheittain.



Kuva 7. Kaavoituksen kulku (NCC toimintajärjestelmä 2019).

Toisinaan tulee myös hankkeita, joissa kaavoitus on tontille jo tehty. Näissä hankkeissa vaikutusmahdollisuudet asemakaavan lopputulokseen ovat jo selvästi pienemmät. Valmiissa kaavassa rakennuspaikan soveltuvuus, rakentamisen määrä ja laatu on jo ratkaistu, eikä niihin voi enää vaikuttaa. Sen sijaan rakennuksen tarkempi sijoittelu tontilla, perustamistapa, ikkunoiden suuntaukset, sekä käytettävät päärakennusmateriaalit ovat ominaisuuksia, joihin voi lupavaiheessa kaavan sisällöstä riippuen vielä vaikuttaa. (Virkamäki ym. 2017.) Valmiiseen kaavaan on kuitenkin mahdollista hakea muutoksia, kunhan tilaajan ja urakoitsijan välillä on molemminpuolinen yhteisymmärrys hankkeen tavoitteista, ja ratkaisuehdotukset tukevat hiilineutraaliuden tavoitteita. Tilaaja on kuitenkin se, joka loppujen lopuksi päättää haetaanko muutoksia vai ei. Pieniä kaavapoikkeamia voidaan puolestaan hakea rakennusvalvonnan kautta. Näihin kuuluu esimerkiksi pieni rakennusoikeuden ylitys. (H1.)

Kaavoituksessa rakennuksen sijainti arvioidaan nykyään entistä tarkemmin. Aholan ja Liljeströmin (2018) tekemässä tutkimuksessa huomattiin rakennuksen sijainnilla ja tontin maaperällä olevan suuria vaikutuksia rakennuksen hiilijalanjälkeen, sillä paalutuksessa käytetään usein paljon teräsbetonia tai terästä, sekä kallion louhinnassa räjähteitä. Hiilijalanjäljen kannalta tontin sijainti määrittää myös sen, mitä energiamuotoja rakennuksessa pystytään hyödyntämään ja mitä ei, sekä kuinka pitkät ovat rakennusmateriaalien kuljetusetäisyydet. Täytyy myös huomioida, ettei tontin ympäristöystävällisyys ole yksiselitteinen asia, sillä siihen liittyy hiilidioksidipäästöjen lisäksi tontin ekologinen arvo, pilaantuneen maan puhdistaminen sekä yhdyskuntarakenteen tiivistämisen vaikutukset. (Ahola & Liljeström 2018.)

2.2.5 Suunnittelu

Hankekehityksessä tehtyjen päätösten ja arvioiden jälkeen voidaan aloittaa varsinainen rakennuksen suunnittelu. Suunnittelu voidaan aloittaa jo limittäin hankekehityksen kanssa, kunhan rakennuksesta on saatu tarpeeksi tarkka kuvaus. Suunnittelussa on huomioitava rakentamisen yleiset vaatimukset, jotka sisältävät rakenteiden lujuuden ja vakauden, paloturvallisuuden, hygienian, terveyden ja ympäristön, käyttöturvallisuuden, meluntorjunnan sekä energiatalouden ja lämmöneristyksen perusvaatimukset. Rakennuksen suunnittelu on usean suunnittelijan yhteistyötä. Tärkeimmät näistä ovat rakennus-, rakenne, LVI- ja sähkösuunnittelija. Hankkeen suunnittelua koordinoi pääsuunnittelija, joka yleensä on rakennussuunnittelija tai arkkitehti. Suunnitteluvaiheen tärkein tavoite on keksiä toteutustapa hankekehityksessä kuvatulle hankkeelle.

> ASUNTOPARTNERING 2017



Kuva 8. Suunnittelun vaiheet (NCC toimintajärjestelmä).

Kuvasta 8 nähdään NCC:n toimintajärjestelmästä löytyvän suunnitteluvaiheen sisältämät vaiheet. Suunnittelun lähtötiedot saadaan asemakaavasta, tilaajalta sekä hankekehitysvaiheesta. Näiden tietojen pohjalta pääurakoitsijan kanssa sopimussuhteessa oleva suunnittelijataho pystyy aloittamaan piirtämisen ja mallintamisen varsinaisesta rakennuksesta. Ennen varsinaista toteutussuunnittelua tarvitaan kuitenkin luonnossuunnitelmat, joiden pohjalta on

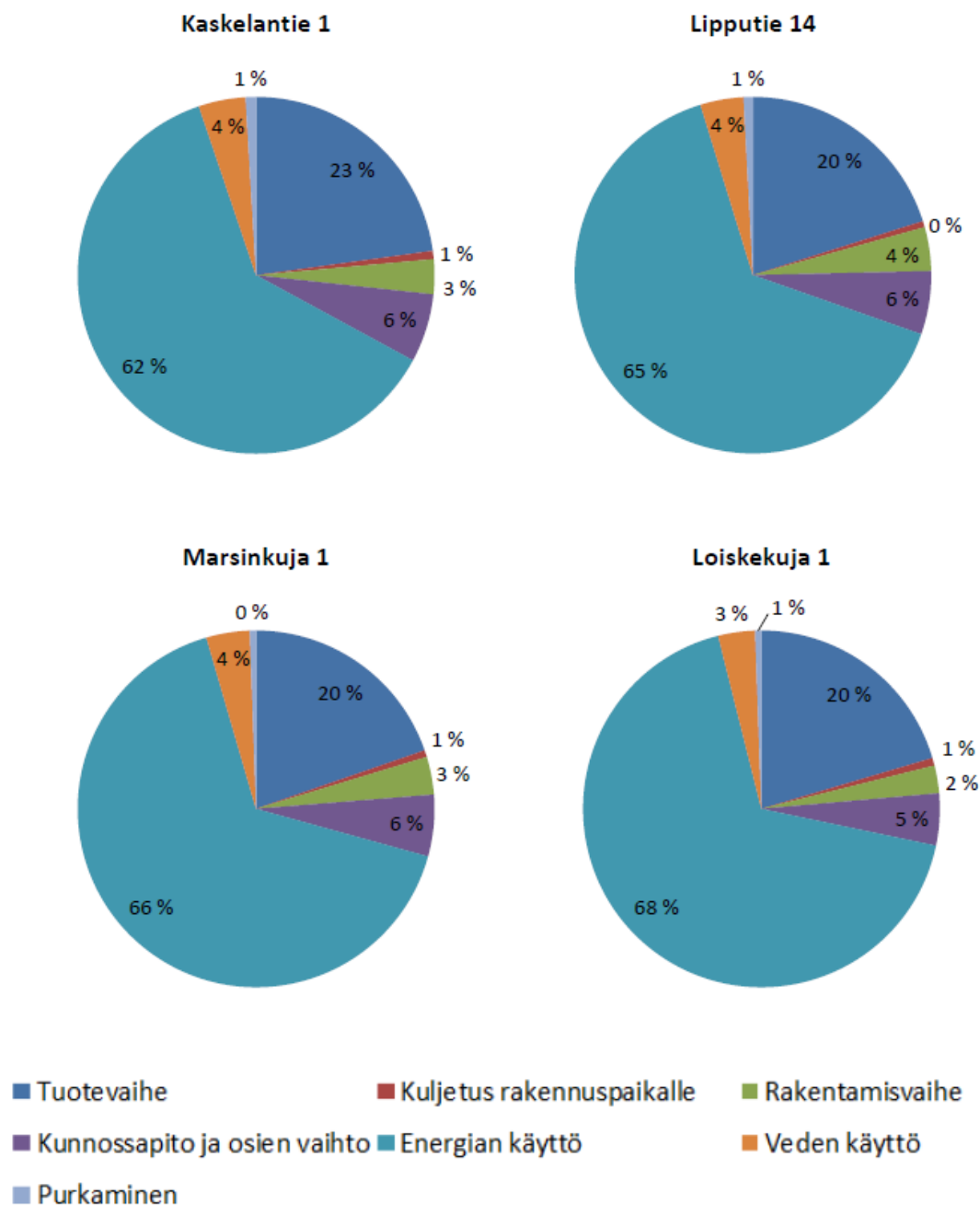
helpompi ryhtyä yksityiskohtaiseen suunnitteluun. Kun toteutussuunnitelmat alkavat valmistua, pystytään suorittamaan tarkka kustannuslaskenta koko hankkeesta, jonka jälkeen tilaajan kanssa tehdään varsinainen urakkasopimus hankkeen toteuttamisesta.

2.3 Vähähiilisen hankkeen suunnittelu

Avain vähähiilisen rakentamisen onnistumiseksi on motivoitunut ja asiantunteva työryhmä. Jokaisen vähähiilisen hankkeen parissa työskentelevän on tunnettava kestävä rakentamisen perusasiat, ja sitouduttava niihin. Tiedot ja taidot korostuvat kaikkein eniten kuitenkin hankkeen alkuvaiheessa, jolloin hankkeen lopputulokseen voidaan vaikuttaa kaikkein eniten. Esimerkiksi suunnittelijan on tiedettävä, millä materiaaleilla on pieni hiilijalanjälki, ja millä rakenneratkaisuilla voidaan säästää mahdollisimman paljon käytettävää materiaalia siten, että lujuusvaatimukset kuitenkin täyttyvät. Hyvän työryhmän lisäksi yksilöiden välille tarvitaan avoin ja sujuva tiedonkulku, jotta yhteistoiminta korostuu. (H1.)

2.3.1 Kestävä suunnittelu

Tässä kappaleessa tutustutaan rakennusten suunnitteluun, joka edistää kestävä kehitystä. Ensimmäisenä on hyvä esittää Aholan & Liljeströmin (2018) tekemän tutkimuksen tulokset, jossa he tutkivat neljän NCC:n rakentaman asuinrakennuksen hiilijalanjälkiä. Tutkimuksessa selvitettiin jokaisen rakennuksen kokonaishiilijalanjälki, sekä hiilijalanjäljen muodostavien osatekijöiden jakauma. Kuvassa 9 esitetään kyseisen tutkimuksen neljän asuinrakennuksen hiilijalanjälkien jakaumat.



Kuva 9. Hiilijalanjäljen jakautuminen rakennusten elinkaaren vaiheisiin (Ahola & Liljeström 2018)

Kuten kuvasta 9 nähdään, tuotevaiheella on suuri vaikutus rakennuksen koko elinkaaren hiilijalanjälkeen, muodostaen siitä jopa 20 %. Tuotevaiheen osuus kokonaispäästöistä tulee tulevaisuudessa myöskin kasvamaan, sillä energian käytön osuus tulee vain pienenemään parempien energiatehokkuuksien myötä. Tuotevaiheeseen sisältyy kaikkien rakennuksessa käytettyjen tuotteiden, osien ja materiaalien yhteenlaskettu hiilijalanjälki. Tutkimuksen mukaan talotekniikalla, ontelolaatoilla, sekä seinäelementeillä on selvästi suurimmat hiilijalanjäljet. Seuraavaksi suurimmat ovat kevyillä väliseinillä, sekä ikkunoilla ja ovilla. Riippuen tontin maan rakenteesta, myös perustusten hiilijalanjälki voi paisua suureksi. (Ahola & Liljeström 2018.)

Pelkillä materiaalivalinnoilla rakennuksen hiilidioksidipäästöt eivät vielä pienene merkittävästi, vaan oleellista on pyrkiä minimoimaan käytettävien materiaalien määrä huomioimalla materiaalitehokkaat ratkaisut suunnitteluvaiheessa. Näin säästetään luonnonvaroja sekä pienennetään rakennuksen hiilijalanjälkeä. Materiaalitehokkuus on jo itsessään osa kiertotaloutta, jota tavoitellaan materiaalien uusiokäytön ja kierrätyksen lisäksi myös hukan minimoimisella. (Ahola & Liljeström 2018.)

Kiertotalous on yksi merkittävä asia kestävässä rakentamisessa. Käyttämällä uusiutuvia ja kierrätettyjä materiaaleja, kuten puu, kierrätetty teräs, betoni, lasi, bitumi tai uusiomaa-aineet, voidaan vähentää ympäristöä kuormittavien raaka-aineiden käyttöä merkittävästi. Suositellaan, että uusiutuvien ja kierrätettyjen materiaalien tulisi olla vähintään 10 prosenttia kaikkien rakennus- ja täyttömateriaalien painosta. Uusiutuvien ja käytettyjen materiaalien käytössä tulee kuitenkin varmistaa, että niiden käyttö tukee rakennuksen energiatehokkuutta ja pienentää hiilijalanjälkeä. (Kuittinen & Roux 2017.)

Yksi osa kiertotaloutta on myös rakennuksen muuntojousto. Muuntojoustolla tarkoitetaan rakennuksen suunnittelua siten, että se on myöhemmässä vaiheessa helposti muokattavissa uuteen käyttötarkoitukseen ilman raskaita muutostöitä. Muuntojousto on tavallisesti huomioitu vain toimisto- ja liikerakennuksissa, mutta nykyään sitä huomioidaan yhä enemmän myös asuinrakennusten suunnittelussa. (Ahola & Liljeström 2018.) Lisäksi nykyään suositellaan, että rakennuksille tehtäisiin myös purkukatselmus, jossa luetellaan kaikki rakennuksen osat, joita voitaisiin käyttää uudelleen rakennuksen purkamisen jälkeen (Kuittinen & Roux 2017).

Aholan & Liljeströmin (2018) tutkimuksessa tuli ilmi, että 60 vuoden tarkastelujaksolla jopa kaksi kolmasosaa hiilidioksidipäästöistä muodostuu energian käytöstä. Aholan & Liljeströmin mukaan suurin potentiaali rakennusten hiilijalanjäljen pienentämisessä löytyy edelleen energiatehokkuudessa, vaikka se on jo parantunut viimeisen 15 vuoden aikana merkittävästi. Jos rakennuksen lämmitysmuotona on kaukolämpö, energian käytön hiilijalanjäljestä noin 75 % tulee kaukolämmöstä, ja loput 25 % sähkön käytöstä. Tutkimuksen mukaan suurin potentiaali päästövähennykselle löytyy maalämmön käytöstä kaukolämmön sijaan. Vaikka maalämpö on päästöpienennyksen kannalta selkeä valinta, aina se ei kuitenkaan ole kustannusmielessä tilaajia eniten houkutteleva vaihtoehto suuren alkuinvestoinnin vuoksi. Maalämpöjärjestelmän huoltotarpeet sekä mitoituksen onnistuneisuus vaikuttavat suuresti siihen, mikä on järjestelmän takaisinmaksuaika, vai maksaako se itseään takaisin lainkaan. Jos mitoitus on laskettu huonosti, talviaikaan tarvitaan usein sähköistä lisälämmitystä. Suurimmilta osin maalämmitys on kuitenkin pienemmän hiilijalanjäljen lisäksi myös kokonaiskustannuksia pienentävä ratkaisu. (Laine 2012.)

Ilmanvaihdon huolellisella suunnittelulla ja toteutuksella on mahdollista saada edullisin hinta tonnin kasvihuonekaasupäästövähennykselle. Optiplanin tekemän tutkimuksen mukaan usein käytettyä keskitettyä ilmanvaihtoa energiatehokkaampi ja kustannuksiltaan halvempi vaihtoehto on huoneistokohtainen hajautettu ilmanvaihtojärjestelmä pyörivällä lämmön talteenottokennolla (Liljeström & Törnblom 2009). Tutkimuksessa vertailtiin energiatehokkaimpia keskitetyn ja hajautetun ilmastoinnin ratkaisuja, joista hajautetulla saatiin jopa 30 % pienempi energiankulutus. Keskitetyn ilmanvaihtojärjestelmän ongelma on, että kooltaan suuri ja energiatehokas ilmanvaihtokone vaatii suuren konehuoneen, jolloin rakennuskustannukset kasvavat, kun taas vastaavasti pienen koneen sähkötehon tarve kasvaa ja energiatehokkuus heikkenee. Hajautetussa ilmanvaihdossa koneen ollessa huonekohtainen, sen

tarpeenmukainen hallittavuus paranee, ja se vaatii vain pienen tilan jokaisesta asunnosta. Lisäksi huonekohtaisilla koneilla lämmön talteenoton vuosihyötysuhteen maksimitaso on korkeampi kuin keskitetyn koneen. (Ahola & Liljeström 2018.)

Passiiviset suunnitteluratkaisut astuvat suureen rooliin vuoden 2020 jälkeen, kun kaikkien EU:n uudisrakennusten on oltava lähes nollaenergiataloja (Suokas 2011 s.26). Ilman passiiviratkaisuja kyseisen tavoitteen saavuttaminen olisi lähes mahdotonta. Passiiviratkaisuja ovat muun muassa rakennuksen edullinen suuntaus aurinkoon nähden, rakennuksen muoto, ikkunoiden ja seinäpinnan välisen suhteen optimointi, ikkunoiden ja varjostusten optimaaliset sijoittelut, huonesyvyyden optimointi, painovoimainen ilmanvaihto, valoa heijastavat katto- ja seinäpinnat, ikkunakalvot, aurinkoenergian hyödyntäminen, vapaajäähdytyksen tai lämmityksen käyttö, sekä uusiutuvien energianlähteiden käyttö (Ahola & Liljeström 2018 s.45).

Rakennusten hiilineutraalius on se mihin suunnittelun tulisi tulevaisuudessa pyrkiä. Pelkillä passiiviratkaisulla ei vielä saavuteta hiilineutraalia rakennusta, sillä rakentamisesta ja rakennuksen tuotteista syntyy aina kasvihuonekaasupäästöjä. Rakennuksen hiilijalanjälki ei siis voi koskaan olla nolla ilman erillistä hiilikompensaatiota. Hiilikompensaatiolla tarkoitetaan aiheutettujen hiilidioksidipäästöjen hyvittämistä esimerkiksi aurinkopaneeleista saatavalla omalla energiantuotannolla, jota myydään eteenpäin sähköverkkoon, tai rahoittamalla vastaava määrä päästövähennyksiä toisaalla. (Ahola & Liljeström 2018 s.62.)

2.3.2 Hankkeen kannattavuus ja riskit

Vähähiilinen rakentaminen on edelleen monelle rakentamisen parissa työskentelevälle organisaatiolle sen verran vieras kokonaisuus, että se sisältää paljon niin sanottua epävarmaa aluetta. Vähähiilisen hankkeen kannattavuus ja riskit kuuluvat tähän alueeseen, ja siksi tilaajilla on suurempi kynnys ryhtyä vähähiiliseen hankkeeseen. Vähähiilisen hankkeen kannattavuus poikkeaa normaalista hankkeesta siten, että se vaatii suuremman alkuinvestoinnin, mutta maksaa itsensä käytön aikana takaisin pienempien käyttökustannusten vuoksi, ja lopuksi saattaa olla jopa normaalia hanketta selvästi kannattavampi. Vähähiilisen, ja mahdollisesti myös ympäristöluokitellun rakennuksen kysyntä on nykypäivänä myös suurempaa olemassa olevan ympäristötrendin vuoksi, jolloin siitä perittävien asuntojen myynti- tai vuokrahinnat voidaan asettaa tavallista rakennusta korkeammalle. Jopa 75 % institutionaalisisista sijoittajista on siirtänyt omia kiinteistöomistuksiaan vähähiilisiin ratkaisuihin, sillä arvioiden mukaan noin 70 % tämänhetkisestä rakennuskannasta on olemassa vielä vuonna 2050 (Suomen Ympäristökeskus 2018).

Hankkeen suunnittelun kannalta on tärkeää tunnistaa, missä tuotteissa on kannattavuutta ja missä ei. Esimerkiksi hankintaa ei kannata suorittaa, jos tuotteen takaisinmaksuaika on pidempi kuin sen käyttöikä, tai mikäli suurella investoinnilla saadaan aikaan vain pieniä muutoksia energialuvussa tai hiilijalanjäljessä. Lisäksi tulee pohtia, mihin pisteeseen asti rakenteelliset muutokset ovat vielä kannattavia, kuten esimerkiksi mikä on optimaalinen eristeen määrä ulkoseinässä, tai mikä on kustannustehokkaasti saavutettavissa oleva ilmastoinnin lämmön talteenottoprosentti (Suokas 2011). Hankinnoissa tulee huomioida hankintahinnan ohella myös tuotteen elinkaaren muut kustannukset sekä hinta-laatusuhde. Näitä ovat muun muassa korjaukset, muunneltavuus sekä huoltotarpeet käytön aikana. (Kuittinen & Roux 2017.)

Myös hankkeen koolla on suuri vaikutus sen kannattavuuteen. Pienissä hankkeissa yhteistyökumppaneiden sekä resurssien löytäminen on helpompaa, mutta pienistä hankkeista puuttuu määrällinen kannattavuus. Esimerkiksi alueella, jolla on hyvässä kunnossa oleva laaja kaukolämpöverkosto, ei pienelle hankkeelle ole kannattavaa rakentaa omaa maalämpöjärjestelmää, toisin kuin suuressa hankkeessa, jossa rakennuksia olisi useampi. (Suokas 2011 s. 43.)

Vähähiilinen rakentaminen tuo hankkeen riskienhallintaan myös omat muutoksensa. Mikäli rakennuksessa käytetään laadukkaita materiaaleja sekä vältetään vaarallisten kemikaalien käyttöä, sisäilman laatu paranee ja sen mukana asukkaiden terveysriskit pienenevät, sekä samalla riski lähiympäristön pilaantumisesta pienenee. Tämänhetkisen ympäristötrendin myötä saavutettavan kilpailuedun vuoksi on myös pienempi riski sille, etteivät asunnot menisi kaupaksi (Knuutila 2017 s.4).

Mahdollisuuksien mukana hankkeeseen tulee myös haasteita, joiden tunnistaminen on luotettavan ja kannattavan liiketoiminnan kannalta tärkeää. Yksi suurimmista vähähiilisen hankkeen riskeistä liittyy kustannuslaskentaan, sillä vähähiiliset tuotteet ja materiaalit ovat vielä sen verran uusia, että niiden lopullinen hinta on haastava arvioida etukäteen. Tiukkojen kriteerien alla rakennettaessa on myös mahdollista, että projektin aikana tehdään enemmän virheitä, sekä työvaiheet vievät laskettua enemmän aikaa esimerkiksi kelpaavien materiaalien jäljittämisen myötä. Kaikki nämä riskit vaikuttavat hankkeen kokonaiskustannuksiin, josta pitäisi saada mahdollisimman tarkka arvio hankekehitys- ja suunnitteluvaiheiden kustannuslaskelmissa. (H3.)

Tarkastellaan seuraavaksi kolmea suosituinta urakan hinnoittelumuotoa ja niissä olevaa riskien jakautumista KVR-urakassa.

Kokonaishintaurakka

Kokonaishintaurakassa hankkeelle määritetään kiinteä hinta, jonka on tarkoitus kattaa rakennuksen suunnittelukustannukset, rakennuskustannukset, sekä urakoitsijan katteen. Tässä muodossa urakoitsija kantaa suurinta kustannusriskiä, sillä kaikki vastuu urakkahinnan alittamisesta tai ylittämisestä on urakoitsijalla. Urakoitsijan on siis kannattavaa tehdä suunnitelmat ja riskianalyysit huolella, jotta kustannuslaskelmat pystytään suorittamaan mahdollisimman tarkasti. (Liuksiala & Laine 2011 s.19.)

Laskutyöurakka

Laskutyöurakassa tilaaja sitoutuu maksamaan kaikki suunnittelu- ja rakennustyössä syntyneet kustannukset. Tässä muodossa kustannusriski on puolestaan kokonaan tilaajalla, sillä laskutyöurakassa kustannuslaskelmaa ei ole edes pakko suorittaa, ellei tilaaja toisin tahdo. Tilaja siis on sitoutunut kustannuksiin, maksoi mitä maksoi, ja urakoitsijan tehtävä on ainoastaan suunnitella ja rakentaa. Tämä hinnoittelumuoto sopii urakoihin, joiden kustannuksia on vaikea laskea etukäteen. Laskutyöurakassa lopputuotteen laatu on yleensä parempi, kuin esimerkiksi kokonaishintaurakassa, jossa urakoitsija pyrkii tekemään mahdollisimman suuret voitot. (Kankainen & Junnonen 2004 s.45.)

Tavoitehintaurakka

Tavoitehintaurakassa hankkeen kustannusriski jakautuu tasaisimmin tilaajan ja urakoitsijan välille. Siinä tilaaja sitoutuu maksamaan kustannukset urakoitsijalle laskujen ja yksikköhintojen perusteella sopimuksen mukaiseen kattohintaan saakka. Kattohinta voi olla esimerkiksi

10 % tavoitehintaa suurempi. Mikäli urakoitsija alittaa tavoitehinnan, urakoitsijalle maksetaan erikseen määritelty kannustinpalkkio. Mikäli tavoitehintaa ylittyy, urakkasopimukseen kirjatun menettelyn mukaan kustannukset jaetaan osapuolten kesken. Kattohinnan ylityksen jälkeen kustannusvastuu on kokonaan urakoitsijalla. (Liuksiala & Laine 2011 s.20.)

2.4 Vähähiilinen rakentaminen hankekehitys- ja suunnitteluvaiheissa

Tutkimuksen teoreettisessa osuudessa perehdyttiin vähähiilisen rakentamisen kokonaisuuteen, sekä käytiin läpi hiilidioksidipäästötavoitteita maailmanlaajuisella, Euroopan sisäisellä, sekä Suomen tasolla. Kirjallisuustutkimuksessa käytiin myös läpi rakennushankkeen alkuvaiheiden sisältöä, sekä esiteltiin tavanomaisimmat vähähiilisen rakennuksen suunnitteluun liittyvät asiat. Kirjallisuustutkimuksen tavoitteena oli kartoittaa tutkimuksen sisältäviä aihealueita, sekä antaa tarvittavaa pohjatietoa vähähiilisestä rakentamisesta tutkimuksen empiiristä osaa ajatellen.

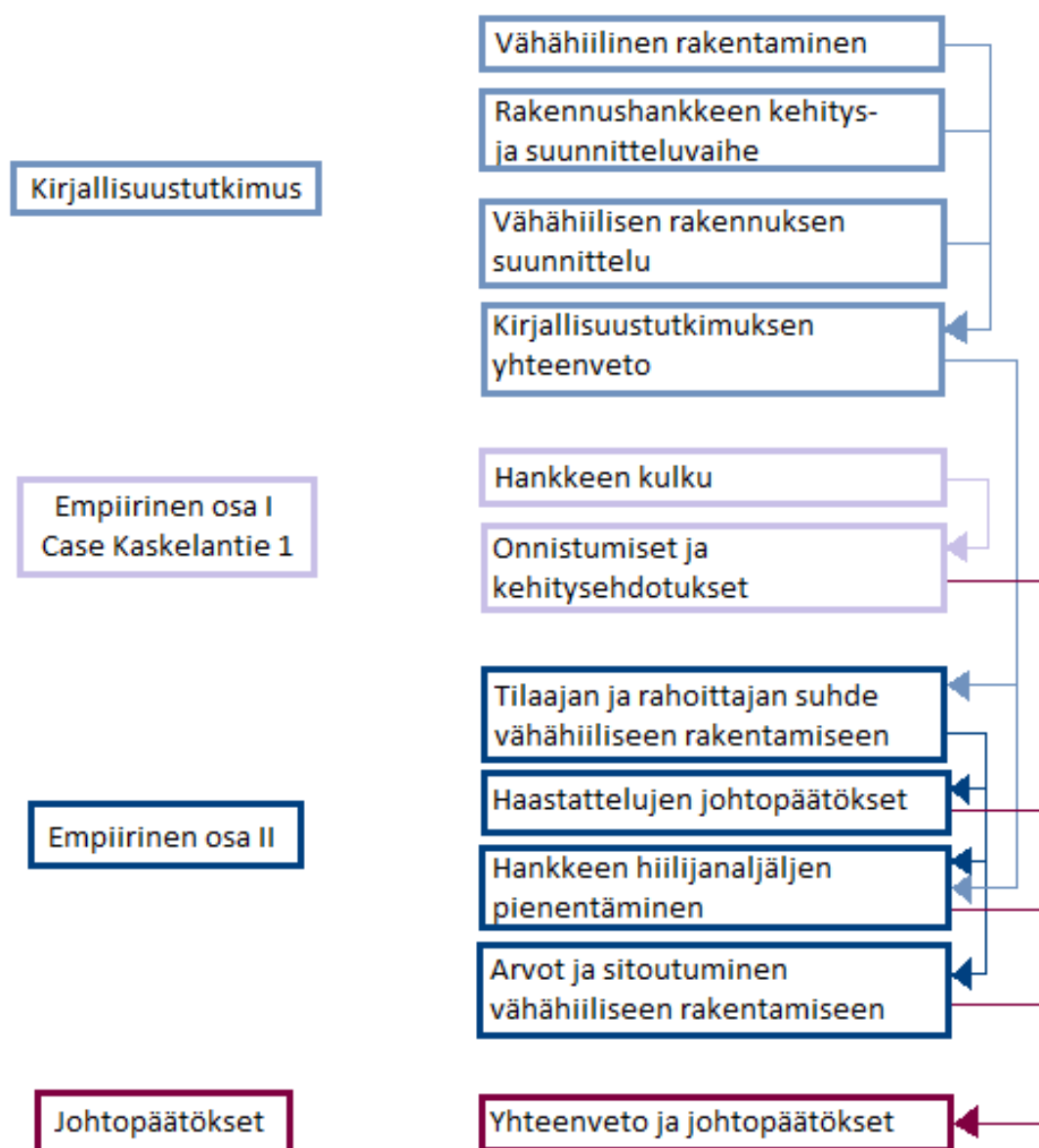
Ensimmäinen tutkimuskysymys liittyy kaavoitusprosessin vaikutusmahdollisuuksiin. Kirjallisuustutkimuksen mukaan KVR-hankkeissa valmiin asemakaavoituksen sijaan tontin kaavoitus suoritetaan usein vasta hankkeen alussa, jolloin vaikutusmahdollisuudet kaavoitukseen ovat jo selkeästi paremmat. Mikäli asemakaava on tontille jo olemassa, ei rakennuksen kaikkiin ominaisuuksiin voida enää vaikuttaa. Muutoksenhaku on kuitenkin mahdollinen, jos hankkeen tilaaja on pääurakoitsijan kanssa vahvasti yhtä mieltä muutoksista, ja he ovat valinneet riittävän vakuuttavat ja asianomaavat henkilöt niitä perustelemaan. Perusteluina yleensä vaaditaan muutoksen tuomat merkittävät ympäristöhyödyt, tai rakennuksen käyttäjäystävälliset toiminnallisuuden parannukset.

Kirjallisuustutkimuksesta löydettiin myös hyviä vastauksia toiseen ja kolmanteen tutkimuskysymykseen, jossa etsitään keinoja hankekehitys- ja suunnitteluvaiheisiin vähähiilisen rakentamisen varmistamiseksi, sekä toimivia ja tehokkaita vähähiilisiä suunnitteluratkaisuja. Kohdassa 2.3 esitellään useita vähähiilisen rakentamisen suunnitteluun liittyviä tavanomaisimpia keinoja ja ratkaisuja, sekä niiden kannattavuuksia ja riskejä. Suurin osa vähähiilisistä ratkaisuksista perustuu nimenomaan kirjallisuustutkimuksessa esitettyihin asioihin, kuten asiantuntevaan työryhmään, materiaalivalintoihin, materiaalitehokkuuteen, kiertotalouteen, energiatehokkuuteen sekä passiivisiin suunnitteluratkaisuihin. Suurimmat riskit vähähiilisessä rakentamisessa on vielä toistaiseksi rakennuslalla toimivien henkilöiden vähäinen tietämys näistä aiheista.

Neljänteen tutkimuskysymykseen ei kirjallisuustutkimuksesta vielä saada vastauksia, sillä kysymys liittyy tutkimuksen empiirisessä osassa tehtäviin tilaajahaastatteluihin. Empiirisessä osassa selvitetään käytännön esimerkkejä tapaustutkimuksen muodossa, sekä pureudutaan hieman syvällisemmin vähähiiliseen rakentamiseen eri toimijoiden välisen yhteistyön kautta. Tilajahaastatteluilla selvitetään rakennuttajien näkökulmia vähähiilisestä rakentamisesta, sekä etsitään ratkaisuja yhteisten vähähiilisten tavoitteiden löytämiseksi.

3 Menetelmät

Tutkimuksen rakenne ja tiedonkulku esitetään kuvassa 10. Tutkimuksen empiirinen osa on jaettu kahteen osioon, joista ensimmäinen osio käsittelee NCC Suomi Oy:n asuntorakentamisen yksikön ensimmäistä ympäristöluokiteltua rakennushanketta. Vaikkei ympäristöluokitus suoranaisesti viittaa vähähiiliseen rakentamiseen, niin hanke piti sisällään merkittävän määrän rakennuksen hiilijalanjälkeä pienentäviä ratkaisuja, joita NCC oli itse kehittä-mässä hankkeen hankekehityksestä ja suunnittelusta. Ensimmäisen empiirisen osion tarkoi-tuksena on kerätä kyseisen hankkeen parissa työskennelleiden toimihenkilöiden haastattelu-jen perusteella hankkeen merkittävimmät onnistumisen syyt, sekä selvittää NCC:n toimin-nan kehitystarpeet tulevia ympäristöluokiteltuja hankkeita varten.



Kuva 10. Tutkimuksen rakenne ja tiedonkulku.

Toinen empiirinen osio sisältää NCC Suomi Oy:n suurimpien tilaajien haastatteluja liittyen yritysten vähähiilisiin tavoitteisiin ja toimenpiteisiin. Haastatteluissa tilaajilta kysyttiin suoraan, miten hankkeen pääurakoitsija voisi vaikuttaa tilaajien tekemiin päätöksiin ja saada hankkeesta mahdollisimman vähähiilisen. Toisessa osiossa selvitetään myös hankekehityksen ja suunnitteluvaiheen aikana mahdollisista keinoista pienentää hankkeen hiilijalanjälkeä. Viimeisenä tutkimuksen empiirisessä osassa selvitetään eri toimijoiden suhtautumista vähähiiliseen rakentamiseen. Kirjallisuustutkimuksen havaintojen myötä syntyi selkeä tarve tutkia ja analysoida haastatteluihin osallistuneiden toimijoiden syitä toimia ympäristöystävällisesti. Jokaisella toimijalla on omat arvonsa ja sitoutumisensa ympäristöasioihin, eivätkä kaikki toimijat suhtaudu hyvin siihen tosiasiaan, että vähähiilisen hankkeen kannattavuus on usein alkutuottoa ajatellen heikompi kuin tavallisen hankkeen. Ympäristörakentaminen vaatii siis toimijoilta enemmän vaivaa ja selvitystyötä, sekä usein sen mukana tulee vielä tavallista hanketta korkeammat kustannukset. Ei siis ole mikään itsestäänselvyys, että kaikki rakennusalan toimijat toimisivat ympäristöystävällisesti, ainakaan vapaaehtoisesti.

Tutkimus todettiin parhaaksi toteuttaa tapaus- sekä kvalitatiivisen haastattelututkimusten avulla. Aihetta on tutkittu suomessa vielä sen verran vähän, että tutkimusta oli haastava rajata pienelle alueelle siten, että se olisi selkeä ja helposti ymmärrettävä. Vähähiilinen rakentaminen pitää sisällään niin laajasti eri aiheita, että tutkimuksia on lähdettävä rajaamaan vähitellen. Tapaustutkimus toimii kirjallisuustutkimuksen jälkeen hyvänä esimerkkinä käytännön kohteesta, jossa on pyritty huomioimaan ympäristöasiat. Lisäksi tapaustutkimus lisää tutkimukseen sopivasti laajuutta ja käytännön perspektiiviä.

Haastattelututkimus toteutettiin teemahaastatteluna, eli puolistrukturoituna haastattelumenetelmänä, jolle on ominaista, että jokin haastattelun näkökulma on lyöty lukkoon, mutta ei kuitenkaan kaikkea. Teemahaastattelu kohdennetaan tiettyyn aihepiiriin, ja on olennaista, että haastateltavilla on subjektiivisia kokemuksia aiheesta, ja että he ovat kokeneet tietynlaisen tilanteen. Teemahaastattelulla voidaan tutkia haastateltavien ajatuksia, tuntemuksia ja kokemuksia. Hirsjärven ja Hurmeen (2000) mukaan kvalitatiivisessa tutkimuksessa pyritään ymmärtämään tilastollisten yleistysten sijaan jotakin tapahtumaa syvällisemmin, sekä saamaan tietoa jostakin paikallisesta ilmiöstä tai etsimään niihin uusia teoreettisia näkökulmia. Haastattelu todettiin sopivimmaksi tutkimusmenetelmäksi ratkaista tutkimusongelma, sillä haastattelu sopii tilanteisiin, joissa ei tiedetä tarkkaan millaisia vastauksia tullaan saamaan, tai kun halutaan syventävää tietoa kyseisestä aiheesta. Teemahaastattelu valittiin, sillä tutkimusaiheesta ei haluttu luoda tilastollista yleistystä, vaan haastateltavien henkilöiden näkökulmia ja mielipiteitä haluttiin tuoda esille. (Hirsjärvi & Hurme 2000.)

3.1 Tiedonkeruumenetelmät

Tutkimuksen ollessa kvalitatiivinen, ovat pääasiallisina tiedonlähteinä toimineet NCC:n yhteistyökumppaneiden sekä yrityksen omien toimihenkilöiden haastattelut. Ensimmäiseen haastatteluun osallistui NCC:n läheisen yhteistyökumppanin Optiplanin suunnittelujohtaja. KVR-hankkeissa Optiplan suunnittelee rakennuksia yhteistyössä NCC:n kanssa, ja on myös aktiivisesti mukana projektien hankekehityksessä. Haastatteluissa kaksi ja kolme haastateltiin NCC:n omia toimihenkilöitä, jotka olivat mukana tapaustutkimuksessa olevan hankkeen suunnittelunohjausryhmässä. Heidän haastattelut kohdentuivat pääosin hankkeen ominaisuuksiin, mutta avoimissa haastatteluissa keskusteltiin myös muista työn aiheeseen liittyvistä asioista. Haastatteluissa neljä, viisi, kuusi ja seitsemän olivat NCC Suomi Oy:n pää-

kaupunkiseudun neljä suurinta tilaajaa. Haastatteluissa oli tarkoitus selvittää tilaajien näkemyksiä, mielipiteitä, tavoitteita ja tiedonmäärää vähähiiliseen rakentamiseen liittyen. Kahdeksannen haastattelun tarkoitus oli saada tuloksiin mukaan hankkeen rahoitusperspektiivi. Suurin osa kasvotusten tapahtuneista haastatteluista tallennettiin äänitteinä, ja puhelimen välityksellä tapahtuneista haastatteluista kirjoitettiin ylös tarkat muistiinpanot. Taulukkoon 1 on koostettu haastatteluihin osallistuneet organisaatiot, haastateltavien roolit yrityksessä sekä haastattelutiedot. Tutkimuksessa haastatteluihin viitataan haastattelutiedon mukaan.

Taulukko 1. Haastatteluihin osallistuneet organisaatiot ja haastateltavien roolit yrityksessä.

Organisaatio	Rooli yrityksessä	Haastattelun pvm	Haastattelutieto
Optiplan	Suunnittelujohtaja	10.3.2019	H1 avoin
NCC Suomi Oy	Projekti-insinööri	21.3.2019	H2 avoin
NCC Suomi Oy	Projektipäällikkö	21.3.2019	H2 avoin
NCC Suomi Oy	Työmaainsinööri	21.3.2019	H2 avoin
NCC Suomi Oy	Talotekniikkapäällikkö	10.4.2019	H3 avoin
SATO Oyj	Liiketoimintajohtaja	15.4.2019	H4 puolistrukturoitu
Espoon Asunnot Oy	Rakennuttamisjohtaja	16.4.2019	H5 puolistrukturoitu
ATT	Suunnittelupäällikkö	18.4.2019	H6 strukturoitu
VAV Asunnot Oy	Toimitusjohtaja	29.4.2019	H7 puolistrukturoitu
ARA	Rakennuttamispäällikkö	22.5.2019	H8 strukturoitu

NCC Suomi Oy:n suurimmille tilaajille kohdistetun haastattelun merkitys kasvoi huomattavasti tutkimuksen aikana, kun huomattiin miten suuri vaikutus tilaajilla on vähähiilisen hankkeen onnistumiseen. Tilaajille ja rahoitusyhtiölle kohdistetun haastattelun tavoitteena oli luoda selkeämpää kokonaiskuvaa hankkeen rahoittajan, tilaajan sekä pääurakoitsijan välisestä yhteistoiminnasta. Lisäksi haastatteluissa pyrittiin selvittämään tilaajien motiiveja, tavoitteita sekä jo olemassa olevia toimenpiteitä ympäristörakentamisen suhteen. Tilaajilta kysyttiin myös, mitä toimenpiteitä he toivoisivat pääurakoitsijalta helpottaakseen heidän päätöksentekoaan vähähiilisten ratkaisujen puolesta.

Suurin osa ensimmäisessä empiirisessä osiossa esiteltävän hankkeen etenemiseen, onnistumisiin ja epäonnistumisiin liittyvistä tiedoista hankittiin hankkeen parissa työskennelleiden toimihenkilöiden haastatteluista. Haastatteluun osallistuivat hankkeen suunnittelunohjausryhmään kuuluvia projekti-insinöörejä, hankkeen projekti päällikkö, sekä toinen hankkeen työmaainsinööreistä, jonka tehtävänä oli hoitaa ympäristöluokituksen asioita. Loput hankkeen tiedoista haettiin NCC:n omista tietojärjestelmistä, sekä hankkeesta tehdyistä tietojulkaisuista.

Toisen empiirisen osion vähähiiliset suunnitteluratkaisut, ideoinnit sekä innovaatiot ovat peräisin useasta eri tietolähteestä koko tutkimuksen aikana, kuten Optiplanin suunnittelujohtajan haastattelusta, Ympäristöministeriön järjestämästä vähähiilisen rakentamisen seminaarista, sekä erilaisista tieteellisistä julkaisuista ja tutkimuksista kerätyistä tiedoista. Osion tarkoitus on kerätä pääurakoitsijan hyödynnettäväksi vähähiilisiä ratkaisuja helposti ymmärrettäväksi ja tiiviiksi kokoelmaksi. Ratkaisuehdotuksiksi on valittu kaikkein kannattavimmat, toimivimmat ja helpoimmat rakennuksen hiilijalanjälkeä pienentävät ratkaisut.

3.2 Haastattelujen analysointi

Suuri osa tämän tutkimuksen tuloksista perustuu eri toimijoiden haastatteluihin. Kyseisen laadullisen aineiston analysointi on normaalia haastavampaa, sillä siinä ei oikeastaan ole käytettävissä mitään teknisesti sovellettavia työkaluja, vaan analysointi perustuu pitkälti haastattelun aikaiseen kanssakäymiseen. Kanssakäymisen lisäksi haastattelun aineistoa käydään läpi systemaattisesti erilaisilla näkökulmilla ja tarkastelutavoilla, jolloin aineistosta saadaan mahdollisimman paljon irti. Haastattelujen analysoinnin tavoitteena on aineiston tiivistäminen, sekä sen avulla ymmärrys ja tulkinta siitä, mitkä haastattelun asiat ovat tutkimuksen kannalta kaikkein olennaisimmat. Tilaajien haastattelut -osiossa tarkoituksena ei ole vain kuvata käytyjä haastatteluja, vaan pilkkoa ja purkaa aineiston sisältöä, ja sen avulla rakentaa kyseiselle tutkimukselle arvoa luovia johtopäätöksiä. Tilaajien vastausten analysoinnilla pyritään luomaan yksittäisistä vastauksista suurempia kokonaisuuksia.

Haastattelututkimuksen pääpaino on haastatteluista saadussa aineistossa, joka on induktiivisesti luokiteltu ja siitä on rakennettu uusia teorioita aineisto lähtökohtana. Analyysin tarkoituksena on järjestää, jäsentää ja tiivistää aineisto siten, ettei siitä jää pois mitään olennaista. Lähestymistapana ei siis ole ollut valmiin teorian tai hypoteesin testaaminen, vaan yksittäisistä havainnoista on luotu yleisempiä väitteitä. (Hirsjärvi & Hurme 2000.)

Tilaajien sekä rahoitusyhtiön haastattelujen yhteydessä vastauksiin on suhtauduttu kriittisesti, ja niistä on pyritty karsimaan niin sanotut yritysten mainospuheet. Yrityksen tavoittelevat aina omia etujaan, joten kaikissa ulospäin annettavissa kanssakäymisissä yritysten toimihenkilöt pyrkivät antamaan yrityksestään mahdollisimman hyvän kuvan. Vastauksissa on pyritty erottelemaan tosiasiat ja liioittelut toisistaan, sekä pyritty tulkitsemaan epäsuoria vastauksia ja niiden takana piilevää todellista merkitystä. Kaiken kaikkiaan haastateltavat ovat suhtautuneet haastatteluihin hyvin, ja he ovat vastanneet hieman piikitteleviinkin kysymyksiin suoraan, vaikkei se aina näyttäisikään yrityksen toiminnan kannalta hyvältä.

4 Tulokset

4.1 Case Kaskelantie 1

Tässä osiossa tarkastellaan NCC Suomi Oy:n rakentamaa ensimmäistä ympäristöluokituksen saanutta asuinrakennusta, Kaskelantie 1:tä, jonka rakennuttajana toimi Vantaan vuokra-asuntoyhtiö VAV Asunnot Oy. Kohde on valmistunut syyskuussa 2018 ja se koostuu kahdesta kahdeksankerroksisesta talosta, jotka on sidottu toisiinsa yhteisen parvekelinjan avulla kuvan 11 mukaisesti. Kohteessa on 127 huoneistoa, joiden yhteenlaskettu pinta-ala on 5831,6 m², ja rakennuksen kokonaisala on 8830 m².

Kohteelle myönnettiin sen valmistumispäivänä Joutsenmerkki, jonka myötä hankkeen hiilijalanjälki on noin 17 % vastaavia kohteita pienempi. Joutsenmerkillä ei ole suoria vaatimuksia rakennuksen hiilijalanjäljelle, mutta sen kriteereillä on merkittäviä vaikutuksia hiilijalanjäljen pienentymiselle. Näitä ovat esimerkiksi lainsäädäntöä tiukempi energiatehokkuusvaatimus, korkea jätteiden kierrätys- ja uudelleenkäyttöaste, sekä tiukasti rajoitettu kemikaalien ja materiaalien käyttö. Kaskelantien hankkeen jätteiden kierrätysaste oli jopa 73 %, ja lisäksi Joutsenmerkin kriteerien mukaisesti vähintään 40 % ikkunoiden ja ovien sisältämästä alumiinista, 30 % PVC-materiaaleista, sekä 20 % käytetystä teräksestä on kierrätettyä. Kaskelantie 1:n hiilijalanjäljeksi on laskettu 11 700 t CO₂e, ja sen jakauman voi nähdä hieman ylempänä kuvasta 9. (Ahola & Liljeström 2018.)



Kuva 11. VAV Kaskelantie 1 sisäpiha (VAV-konserni)

4.1.1 Hankkeen kulku

Kaskelantien hanke sai alkunsa VAV:n halusta viedä omaa kestävä kehityksen toimintaansa eteenpäin, ja Joutsenmerkki todettiin sopivimmaksi ympäristöluokitukseksi. VAV:ta sitoo hankkeissaan julkinen hankintalaki, joihin he hakevat lähes poikkeuksetta ARA:n rahoituksen. Tähän hankkeeseen VAV halusi kuitenkin hyödyntää ARA:n tarjoaman vihreän rahoituksen, jonka saamiseksi NCC:n tuli tehdä hankkeesta tarkka energialaskelma. Tontti oli VAV:n omistuksessa, ja se oli jo valmiiksi kaavoitettu hankekehityksen alettua, eikä siihen tarvinnut hakea mitään suuria muutoksia hankkeen toteuttamiseksi. (H2.)

NCC Suomi Oy:n asuntorakentamisen yksiköllä ei ollut aikaisempaa kokemusta ympäristöluokituksista, joten hankkeeseen valmistautuminen vaati normaalia enemmän aikaa. Hankkeeseen varattiin normaalin kokoinen, mutta erityisen motivoitunut työryhmä ainoastaan sillä poikkeuksella, että rakennusvaiheeseen työmaalle laitettiin kaksi työmaainsinööriä, joista toinen keskittyi pääsääntöisesti Joutsenmerkin asioiden hoitamiseen. Hankkeen suunnittelu nähtiin parhaimmaksi jakaa kahden eri suunnitteluorganisaation kesken, jottei yksi yritys saisi monopolia suunnittelujen tekemiseen. Näin suunnitelmat etenevät paremmin aikataulussa, kun organisaatioilla on toisistaan syntyvä aikataulupaine. Myös suunnitteluvirheet tulevat paremmin esiin, kun useampi eri yritys tekee suunnitelmia. (H2.)

Rakennuksen suunnitteluun Joutsenmerkillä oli paljon vaikutusta, vaikkei merkki itsessään mitenkään rajoita rakenneratkaisuja, siitä huolimatta ympäristömerkin tiukat energiatehokkuusvaatimukset rajoittivat suunnittelua. Kaikki suunnitelmat tuli hyväksyttää Joutsenmerkillä yhdessä päivänvalo- sekä energialaskelmien kera. Suunnittelun aikana huomattiin, että Joutsenmerkin kriteerit vaikuttavat eniten käyttäjäpuolen ratkaisuihin. Toisin sanoen Joutsenmerkin kriteerit on suunniteltu asukaslähtöisesti siten, että asukkailla on terveelliset, valoisat ja avarat olosuhteet laadukkaaseen asumiseen. Asemakaavassa merkittyä rakennusoikeutta saatiin jopa ylitettyä jonkin verran, kun kaavapoikkeamaa perusteltiin rakennuksen toiminnallisuuden sekä valoisuuden parantumisena. Tällä oli suuri vaikutus rakennuksen tehokkuuteen ja sitä kautta hankkeen kannattavuuteen. (H2.)

4.1.2 Onnistumiset ja kehitysehdotukset

Kaskelantien hanke oli kaiken kaikkiaan NCC Suomi Oy:lle varsin kannattava hanke, sillä hankkeessa onnistuttiin välttämään suurimpien riskien toteutuminen. Kalliiksi aiheutuvia ongelmia voi esiintyä missä tahansa hankkeessa sen luonteesta tai tavoitteista riippumatta, mutta riskit ja niiden toteutumisen mahdollisuus ovat suurempia hankkeissa, jotka poikkeavat rutiininomaisista hankkeista. Kun hankkeen riskit tunnistetaan, ne huomioidaan kustannusarviota tehtäessä, sillä kannattavassa liiketoiminnassa jokaisella riskillä on oma hintalappu. Hankkeen lopullinen kannattavuus riippuu hyvin paljon toteutuneista riskeistä, sekä lisäksi muista seikoista, joita ei osattu tunnistaa riskianalyysia tehtäessä. NCC:llä on kuitenkin tapana käyttää hieman enemmän resursseja suunnitteluvaiheeseen, sillä huolellinen suunnittelutyö on huomattavasti halvempaa kuin rakennusvaiheessa virheiden korjaaminen. (H3.)

Joutsenmerkkiä Suomessa hallinnoi Ympäristömerkintä Suomi Oy, joka on Suomen ympäristöasioita ajavan Motiva Oy:n tytäryhtiö. Yhteistyö- ja raportointivastuu Ympäristömerkintä Suomeen päätettiin antaa kokonaan vain toiselle organisaatiolle tilaajan ja pääurakoitsijan välillä, tässä tapauksessa NCC:lle. Tämä todettiin toimivaksi ratkaisuksi, sillä NCC:n projekti-insinöörin mukaan muuten olisi syntynyt paljon sekaannuksia, jos VAV ja NCC

olisivat jakaneet vastuut. Nyt kommunikointi oli vain kahden tahon välistä ja sen myötä selkeää. Tämän lisäksi päätettiin tehdä yhteinen projektipankki NCC:n ja Ympäristömerkintä Suomi Oy:n välille, jonne NCC:n oli helppo taltioida kaikki vaadittavat dokumentit. Yhteinen projektipankki helpotti yhteistyötä, ja läpinäkyvyydellään kasvatti organisaatioiden välistä luottamusta. (H2.)

Hankkeeseen valitun työryhmän asenne ja sitoutuminen ympäristömerkittyy rakentamiseen oli yksi merkittävistä syistä hankkeen onnistumiseen. NCC Suomi Oy:n vähäinen kokemus aiheesta tarkoitti työryhmän tiukkaa perehtymistä ympäristömerkin kriteereihin. Apua ja vinkkejä ympäristömerkittyy rakentamiseen yritettiin hakea kokeneelta Ruotsin asuntorakentamisen yksiköltä, mutta maiden välisten standardierojen sekä vähäisen ajan vuoksi avuista ei ollut hyötyä. Jos aikaa olisi ollut enemmän, Ruotsista olisi voinut tulla joku kokenut henkilö kouluttamaan suomalaisia toimihenkilöitä paikan päälle Suomeen. Tämä on edelleen mahdollista NCC Suomi Oy:n tulevilla ympäristömerkityissä sekä vähähiilisisä hankkeissa. (H2.)

Hankkeeseen varatun suunnittelunohjausryhmän koko todettiin sopivaksi, vaikka hankehitys- ja suunnitteluvaiheissa jäsenillä riitti töitä. Suunnittelunohjauksen mielestä yksi haastavimpia osia Joutsenmerkityn kohteen suunnittelussa oli erittäin tiukat materiaalirajaukset. Joutsenmerkin sivuilta löytyy urakoitsijoiden avuksi kehitetty tuotelista, josta voi etsiä jo valmiiksi hyväksytyjä rakennusmateriaaleja ja tuotteita. Ennen Kaskelantien hanketta Joutsenmerkin tuotelistassa ei oikein ollut vielä mitään materiaaleja, joten hyväksyttävien rakennusmateriaalien määrittämisessä oli paljon selvitystyötä. Suuri osa suunnitteluvaiheesta kuului materiaalitoimittajien kanssa sopivien materiaalien etsimiseen. Tästä huolimatta iso osa materiaalien hyväksyttämistä jäi rakennusvaiheeseen, joka oli suuri rasite työmaan toimihenkilöille, ja samalla hidasti rakentamisen etenemistä. Materiaalipankki kuitenkin kasvoi huomattavasti jo hankkeen aikana, ja on varmasti avuliaampi tulevilla Joutsenmerkityissä hankkeissa. (H2.)

Vaikka hanke oli kaiken kaikkiaan hyvin onnistunut, suunnittelunohjausryhmän mielestä myös parantamisen varaa jäi. Hankkeen suurimmat virheet johtuivat asioista, jotka jäivät huomaamatta suunnitteluvaiheessa. Esimerkiksi aurinkopaneelien mitoituksen oli aluksi tarkoitus kattaa vähintään 15 % rakennuksen kiinteistösähkön (yleisten tilojen sähkön) kapasiteetista, jolloin Joutsenmerkin loppupistemäärään saisi yhden lisäpisteen. Rakennusvaiheessa aurinkopaneelien määrää jouduttiin kuitenkin pienentämään, koska järjestelmä oli suunniteltu puutteellisesti. Aluksi järjestelmä mitoitettiin siten, että talviaikaan sähköntuotanto riitti kattamaan vaaditun prosenttimäärän kiinteistösähköstä. Tämä puolestaan johti siihen, että kesäaikaan, jolloin kiinteistösähkön kulutus on hyvin pieni ja aurinkosähkön tuotanto suurimmillaan, sähköntuotannosta olisi syntynyt ylituottoa, eikä kallis akkujärjestelmä tai sähkön edelleen myynti olleet vaihtoehtoja. Lopullinen mitoitus suunniteltiin siten, että järjestelmä kattaa 15 % vuotuisesta kiinteistösähkön määrästä. Myös käyttövesijärjestelmässä ilmeni ongelmia, sillä kupariputkien käyttö kiellettiin heti hankkeen alkuvaiheessa, joten niiden sijaan päädyttiin käyttämään komposiittiputkia. Putkien kanssa tuli kuitenkin ongelma rappukäytävän paloturvallisuuden vuoksi, sillä komposiitti synnyttää palaessaan myrkyllistä savua. Näin ollen putkille jouduttiin tekemään paloeristys, jota ei huomioitu hankkeen urakkahinnassa. (H3.)

Haasteita hankkeessa loi myös erilaiset kemikaaliset aineet, kuten liimat ja massat, joita rakennuksissa käytetään tunnetusti paljon. Näitä aineita ei määritetä tarkasti suunnitelmissa,

jolloin ne tulevat esille vasta rakennusvaiheessa, kun työvaihetta aletaan toteuttaa. Massojen ja liimojen käyttö on erittäin tarkasti rajattu Joutsenmerkityssä rakentamisessa, joten ne loivat kyseisessä hankkeessa paljon päänvaivaa. NCC:n vähäinen tietämys kemiasta vaikeuttaa myös päätöksentekoa. Jatkossa olisikin parempi, että käytettävät liimat ynnä muut määritykseen tarkasti jo suunnitteluvaiheessa. (H2.)

Suunnittelunohjausryhmän mielestä myös NCC:n sisäinen yhteistoiminta olisi voinut olla hankkeessa hieman parempaa, varsinkin kun kyseessä oli asuntorakentamisen yksikön ensimmäinen ympäristömerkitty kohde. Suunnitteluohjauksen sekä työmaan organisaation välinen yhteistyö olisi voinut olla tiiviimpää, jolloin hankkeen ominaisuudet välittyisivät rakennusvaiheeseen paremmin. Nykyisellä toimintatavalla työmaan organisaatio aloittaa noin puolitoista kuukautta ennen rakentamisen aloitusta hankkeen suunnitelmiin sekä sopimukseen tutustumisen, ja alkaa työstää rakennusvaiheen työsuunnitelmaa. Hankkeessa, jossa on normaalia enemmän huomioon otettavia kriteerejä ja ehtoja, tämä aika voisi olla hieman pidempi. Lisäksi olisi suotavaa, että hankkeessa Joutsenmerkkiasioita hoitanut toinen työmaainsinööri työskentelisi suunnittelunohjauksessa mukana jo hankkeen suunnitteluvaiheessa. Näin hän olisi heti rakennusvaiheen alusta asti perillä suunnitteluvaiheessa sovituista asioista, ja hän voisi opastaa muita työmaan toimihenkilöitä. Tällä tavoin parannettaisiin NCC:n oman organisaation välistä yhteistoimintaa ja tietojen välittymistä. (H2.)

4.2 Tilaajan ja rahoittajan suhde vähähiiliseen rakentamiseen

Haastatteluun osallistui NCC Suomi Oy:n neljä suurinta tilaajaa pääkaupunkiseudun alueelta. Näihin kuuluvat aikaisemminkin työssä esiin tullut Vantaan VAV Asunnot Oy, SATO Oyj, Helsingin Asuntotuotantotoimisto ATT sekä Espoon Asunnot Oy. Lisäksi paremman kokonaiskuvan luomiseksi haastatteluun osallistui myös valtion tukema asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus ARA, joka on mittavassa roolissa useassa NCC Suomi Oy:n rakentamassa hankkeessa. Haastattelun tarkoituksena on selvittää tilaajien näkökulmasta syitä rakennusalan hitaaseen kehittymiseen kohti vähähiilisiä rakennuksia, sekä selvittämään urakoitsijan mahdollisia toimenpiteitä helpottaakseen tilaajien päätöstä vähähiilisten ratkaisujen puolesta. Tilaajille esitetyt kysymykset näkyvät liitteessä 1, sekä ARA:lle esitetyt kysymykset liitteessä 2.

4.2.1 Tilaajien näkemykset vähähiilisestä rakentamisesta

Kaikilla haastatteluun osallistuneilla tilaajilla on yhteistä se, ettei kenelläkään ole vielä olemassa mitään suoria tavoitteita vähähiiliseen rakentamiseen. Vähähiilisyys näkyy kaikilla toistaiseksi vain energiatehokkuuteen asetettuina tavoitteina, ja tätä perustellaan sillä, ettei markkinoilla vielä löydy hyvää ja vertailukelpoista hiilijalanjäljen laskentatyökalua. Ympäristöministeriön tiekartta hankkeessa tällainen on kuitenkin jo kehitteillä, ja sen koekäyttö on juuri saatu aloitettua elokuussa 2019.

VAV:n hallitus on päättänyt jatkossa rakentaa ainoastaan Joutsenmerkittyjä hankkeita, ja heidän suurin päämääränsä on asiakaslähtöinen ympäristörakentaminen, jonka ohella myös rakennusten pienempi hiilijalanjälki. VAV:lla vähähiilisyyttä esiintyy pelkän energiatehokkuuden lisäksi myös materiaalivalinnoissa ja kiertotaloudessa. SATO ja Espoon Asunnot ovat sitoutuneet vuokra-asuntoyhteisöjen toimenpideohjelmaan (VAETS), jonka mukaan ra-

kennusteollisuuden energiankulutusta pienennetään 7,5 % vuosina 2017-2025, ja lisäksi Espoon Asuntojen päämääränä on käyttää ainoastaan päästötöntä ja uusiutuvaa energiaa vuoteen 2030 mennessä.

ATT puolestaan on sitoutunut Helsingin kaupungin tavoitteeseen olla hiilineutraali vuoteen 2035 mennessä, jonka mukaan heidän on parannettava olemassa olevien rakennusten energiatehokkuutta merkittävästi, sekä lisättävä uusiutuvien energialähteiden käyttöä kaikessa rakentamisessa. Lisäksi ATT:lla on käynnissä kestävä rakentamisen toimenpideohjelma, jossa he kokeilevat seitsemässä eri hankkeessa RTS ympäristöluokituksen käyttöä. RTS ympäristöluokituksen käyttö edellyttää hiilijalanjäljen laskentaa sekä kiertotalouden huomioimista materiaalivalinnoissa, ja ATT tavoittelee luokituksesta aina vähintään neljää tähteä, joka edellyttää A-luokan energiatasoa sekä referenssitasoa pienempää hiilijalanjälkeä.

Syy vähähiilisten tavoitteiden ja toiminnan vähäiseen esiintymiseen tilaajien toiminnassa on epäselvyys siitä, millä mittareilla tavoitteita mitataan ja minkä suuruisia arvoja olisi tarkoitus tavoitella. Vähähiilisyys ei ole tilaajille vielä tarpeeksi tuttu ja selkeä aihe, mutta kaikille on selvää, että lähivuosina vähähiilistä rakentamista koskevat säädökset tulevat muuttamaan rakennusala merkittävästi.

Rakennusalan konservatiivisuus ja hidas kehittyminen voidaan selittää suurimmaksi osaksi sillä, että rakennusalan kilpailu tapahtuu pääosin hinnalla. Tilaajilta kysyttiin, miksi hankkeen alhainen hankintahinta on usein se kaikkein tärkein rakennuksen arvoa mittaava kriteeri, vaikka rakennuksen arvoa voidaan mitata myös alhaisten elinkaarikustannusten tai korkean hinta-laatusuhteen kautta. Vastausten mukaan elinkaarikustannuksia tai laatua on paljon vaikeampi arvioida kuin hankintahintaa, eikä niille ole yhtenäistä tai vertailukelpoista mittaustapaa. SATO:n mukaan perinteisten hankkeiden kannattavuuslaskelmissa rakennuksen elinkaaren aikaisia kustannuksia ei huomioida juuri lainkaan. Tämä puute on ollut tiedossa jo jonkin aikaa, ja sitä ollaan parantamassa koko ajan, mutta muutos on hidasta. ATT puolestaan painottaa suunnittelussaan hintaa enemmän rakennuksen korkeaa laatua sekä alhaisia elinkaarikustannuksia, mutta suunnitteluratkaisujen selkeydyttyä urakan kilpailutuksessa kriteerinä on kuitenkin halvin hinta. VAV rakentaa kaikki rakennukset heidän omistukseensa, joten heitä kiinnostaa rakennusten hinta-laatusuhde, ja rakennuksen kestävyys sen elinkaareissa. Alhaisella hankintahinnalla on tilaajille eniten painoarvoa myös siitä syystä, että sillä saavutetaan kaikkein paras tuotto päivänä yksi. Alhaisella hankintahinnalla saatava alkutuotto houkuttelee tilaajien lisäksi myös hankkeen rahoittajaa. Jos hankintahinta ei ole kunnossa, koko hanketta ei välttämättä syntyisikään. Esimerkiksi suuri osa perustajaurakoitsijoista sekä kiinteistökehittäjistä toteuttavat hankkeet myytäviksi, jolloin lyhyen tähtäimen voitto on paljon ratkaisevampaa, kuin tulevalle ostajalle vuosien aikana realisoituvat ylläpitokustannukset. Laadukkaiden sekä pienten elinkaarikustannusten omaavien asuntojen hintaa voitaisiin nostaa, mutta ostajien mielenkiinto sekä mahdollisuudet arvioida rakennuksen laatua ja elinkaarikustannuksia vaihtelevat suuresti, eivätkä he välttämättä ymmärrä tai huomaa laadukkaan rakennuksen eroa tavalliseen.

Hankkeen sisäisille investoinneille tilaajat antavat aina selkeät tuottotavoitteet sekä suorittavat takaisinmaksuaikalaskelman. Merkittävissä investoinneissa saatetaan myös suorittaa elinkaarikustannusvertailu. Kestävä tai energiatehokkuutta parantavan ratkaisun takaisinmaksuaika voi olla pitkäkin, kunhan investointi maksaa itsensä takaisin kyseisen rakennusosan, järjestelmän tai laitteen teknisen käyttöiän aikana. Tavallisesti investointien takai-

sinmaksuaika pyritään rajoittamaan viiteen vuoteen, mutta esimerkiksi pilottikohteissa tilaajat ovat harkitusti valmiita ottamaan rajattuja riskejä mielellään siten, että riski on jaettu toimittajan tai urakoitsijan kanssa. ATT:n mukaan usean tilaajan hankkeita ja hankintoja rajaa niin sanottu kohtuuhintaisuuden periaate.

Seuraavaksi tilaajiltamme kysyttiin heidän mielipidettään siitä, miksei Suomessa rakenneta ainoastaan lähes nollaenergiataloja alkuperäisistä ERA17 tavoitteista huolimatta, vaikka tiedot ja taidot niiden rakentamiseen on ollut olemassa jo useampia vuosia. Yksi painava syy tähän on, että koko rakennussektorilla on vielä paljon epäselvyyttä nollaenergiatalon saavuttamisesta, eikä sen saavuttamisesta ole olemassa selkeää yksimielisyyttä. Lisäksi nollaenergiatalot pitävät sisällään paljon rakennusfysikaalisia riskejä, joiden välttämisestä ei ole vielä tarpeeksi luotettavaa tietoa. Nollaenergiatalojen kosteusongelmista on uutisoitu sen verran paljon, että ne ovat saaneet tilaajien keskuudessa hieman negatiivisen sävyn. VAV:n mukaan Suomessa ei rakenneta mitään, mihin olemassa olevat säädökset eivät rakennuttajia velvoita.

Yksi tämän työn tavoitteista on selvittää keinoja, miten NCC voisi vaikuttaa hankkeidensa vähähiilisyyteen, ja suurin vaikutusmahdollisuus tähän tapahtuu hankekehitys- ja suunnitteluvaiheissa, kun toimitaan tilaajan kanssa. Tilaajilta kysyttiin suoraan, miten NCC voisi pääurakoitsijana helpottaa heitä päätöksenteossa liittyen vähähiilisiin hankkeisiin. VAV:n mielestä NCC:n tulisi olla jatkossakin aktiivisesti mukana ympäristörakentamisen kehitystyössä, vaikkei se aina olisikaan suoraa rahaa kassaan. NCC:n täytyisi jatkossakin pitää kiinni ympäristöarvoista ja säilyttää etumatka muihin toimijoihin kestävä kehityksen toimijana. NCC:llä tulisi myös olla valmius tarjota RTS-ympäristömerkin ja Joutsenmerkin laatuista rakentamista tilaajille, ja siihen tulisi myös löytyä tarvittavat dokumentaatiot. NCC:n tulisi jatkossakin keskittyä kiertotalouden kehittämiseen, sillä vielä muutama vuosi sitten suurin osa NCC:n työmailla syntyneistä jätteistä päätyi sekajätteeseen. Nykyään NCC:llä panostetaan jätteiden lajitteluun, ja VAV on erittäin tyytyväinen Kaskelantien hankkeesta saadusta positiivisesta julkisuudesta onnistuneen kiertotalouden ansiosta. SATO puolestaan toivoisi, että NCC jakaisi paremmin tietouttaan tilaajille, jotta he vakuuttuisivat vähähiilisistä ja passiivisista suunnitteluratkaisuista. Keskusteluun pitäisi tuoda myös enemmän mittareita, lukuja ja arvoja, jotka toimisivat konkreettisina esimerkkeinä tehokkaista ratkaisuista. Useampikin haastatteluun osallistuneista tilaajista toivoisi NCC:ltä suoria ratkaisuehdotuksia hyvillä perusteluilla, jotta he uskaltaisivat helpommin tarttua vähähiilisiin ratkaisuihin. Espoon Asumus toivoo, että NCC jakaisi omaa kustannusosaamistaan sekä kustannustietoisuuttaan paremmin, sillä NCC:llä on jo kokemusta onnistuneista ympäristöhankkeista. Tilaajilla on jo paljon tietämystä toimivista energiaratkaisuista, mutta he tarvitsivat vielä perehdytystä vähähiilisten materiaalien tunnistamiseen ja niiden käyttöön.

(H4, H5, H6, H7)

4.2.2 Rahoituksen näkymät

ARA:n haastattelussa selvisi, että vähähiilisyys sekä kiertotalous ovat vielä valitettavan harvinaisia teemoja heille saapuvissa hakemuksissa. Rakentaminen tapahtuu suurimmilta osin rakennusmääräysten minimivaatimusten mukaisesti, kuten osa tilaajistakin totesi. Tällä hetkellä pääasialliset keinot todentaa hiilijalanjälkeä ovat rakennuksen energiatodistus sekä ARA:n hankintatieto B-lomake, jossa kysytään tietoja hankkeesta. ARA:lla on kuitenkin harkinnassa tiukentaa omaa vaatimustasoaan siten, että jatkossa heidän kaikilta uudisrakennuskohteiltaan vaadittaisiin todennettua A-energialuokkaa, sekä hankkeiden materiaali-

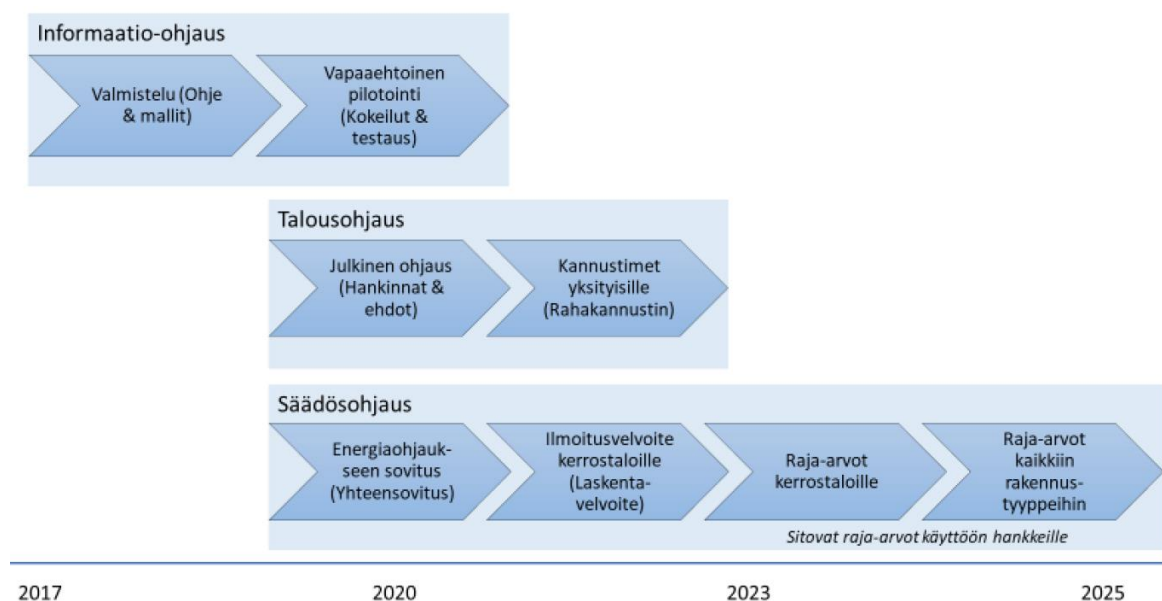
linnoissa tulotaisiin suosimaan pienemmän hiilijalanjäljen aiheuttamia vaihtoehtoja. Hankkeeseen ryhtyvä voi myös itse toimia aktiivisesti käyttämällä tarjolla olevia hiilijalanjäljen laskennan kaupallisia palveluja, jonka jälkeen ARA on valmis kustantamaan laskennasta syntyneet kustannukset. ARA:n mukaan lopulliseen rahoituspäätökseen vaikuttavia ympäristöteemoja ovat puurakentaminen, vähämuovinen rakentaminen sekä kiertotalouden edistäminen.

ARA:ssa hankkeen suunnitelmia verrataan esitettyyn hankinta-arvon mukaiseen hintaan, eli tarkastellaan kohteen hinta-laatusuhdetta. Hankintahintaa nostavia kustannustekijöitä otetaan vastaan, kunhan ne ovat hyvin perusteltuja, ja ne nostavat lopputuotteen arvoa ja parantavat elinkaarikestävyyttä. ARA:ssa hankkeen kohtuuhintaisuuden arviossa tarkastellaan rakennuksen rakentamiskustannuksia, hankinta-arvoa sekä vuokraa, ja niitä verrataan suhteessa rakentamispaikan hintatasoon. ARA:ssa merkittävin tekijä rakennuksen hiilijalanjäljen muodostumisen kannalta on rakennuksen korkea energiatehokkuus. ARA-kohteina on rakennettu matalaenergia-, passiivi- ja nollaenergiataloja, sekä lähes kaikki suomalaiset puukerrostalot. ARA on myös ollut yhdessä ympäristöministeriön kanssa käynnistämässä vähämuovisen rakentamisen tiekarttaa.

(H8)

4.2.3 Haastattelujen yhteenveto ja johtopäätökset

Rakennusallalla ympäristöä on jo huomioitu erilaisin keinoin, mutta rakennusten hiilijalanjälkeen liittyviä säädöksiä ei vielä ole asetettu. Tämä on suurin syy siihen, ettei tilaajilla ole vielä olemassa hiilidioksidipäästöihin liittyviä tavoitteita. Lähes kaikki ovat kuitenkin pohdimassa sopivia tavoitteita, kunhan ympäristöministeriön laskentatyökalu on valmis, ja tilaajat saavat paremman käsityksen rakennusten hiilijalanjälkien suuruusluokasta. Alla olevasta kuvasta 12 nähdään ympäristöministeriön asettamat aikataulutavoitteet rakennusten hiilijalanjälkilaskennalle. Kuvasta nähdään, että vuoteen 2025 mennessä sitovat hiilijalanjäljen raja-arvot olisivat asetettu kaikille rakennuksille, ja tämän tilaajat myös tiedostavat.



Kuva 12. Ympäristöministeriön hiilijalanjälkilaskennan tiekartan aikataulutavoitteet (Bionova s.40)

On positiivista, että tilaajilla on hiilijalanjäljen sijaan paljon muita kestäväää kehitystä edistäviä tavoitteita, kuten kiertotalous, uusiutuvien energialähteiden käyttö, sekä ympäristöluokitusten käyttöönotto. Vaikkei tilaajille ole vielä selvää rakennusten hiilijalanjälkeen liittyvät mittarit, lähes kaikki heidän nykyiset toimenpiteensä ja tavoitteensa kuitenkin vaikuttavat siihen merkittävästi. Rakennusten hiilijalanjäljestä ei vielä ole puhuttu kovin pitkään, sillä tähän mennessä ympäristöystävällisistä rakennuksista on puhuttu niiden olevan energiaa ja materiaalia säästäviä. Tulevaisuudessa kuitenkin on parempi, että kaikki rakennuksen mittarit peilataan yhteen arvoon, sen lopulliseen hiilijalanjälkeen. Tämä kuitenkin vaatii sen, että kaikki rakennukseen käytettävät resurssit osataan muuttaa hiilidioksidipäästöiksi.

Voidaan sanoa, että lähes kaikkia rakennusalan toimijoita kiinnostaa saada toiminnalleen tuotto mahdollisimman nopeasti. Moni yritys ei kestäisi siirtymistä lyhyistä takaisinmaksuajoista kymmenien vuosien takaisinmaksuajaksi, vaikka se olisikin loppujen lopuksi tuottoisampaa. Suurin osa tilaajista pyrkii rajoittamaan investointiensa takaisinmaksuajat alle viiteen vuoteen, ja se ei yksinkertaisesti vain riitä kovinkaan moneen vähähiiliseen ratkaisuun. Kaikki vähähiiliset ratkaisut eivät edes maksa itseään täysin takaisin, jonka vuoksi tilaajat kaipaavat ulkoisia kannustimia kannattavuuden parantamiseksi. Suuren alkutuoton havittelemisen täytyisi osittain unohtaa, ja keskittyä pitkäkestoisempaan kannattavuuteen, joka voi loppujen lopuksi jopa poikia yritykselle suuremmat tuotot.

Haastattelussa myös selvisi, että tilaajien ja suurien rakennusurakoitsijoiden välillä on vielä selkeä tietämystasoero rakentamisen ja rakenneratkaisujen suhteen. Tämän havainnon myötä on selvää, että tilaajien kehittyminen ns. tavallisesta rakentamisesta kohti vähähiilistä rakentamista käy erittäin hitaasti, ellei urakoitsijat ole neuvomassa ja ehdottamassa uusia ratkaisuja. Tilaajat pyrkivät myös välttämään riskejä viimeiseen asti, jolloin vähähiilisten ratkaisujen tulee olla hyvin perusteltuja. Tilaajilla saattaa myös olla joidenkin lukujen ja arvojen suuruusluokat silloin tällöin epäselviä, joten perusteluissa on hyvä tuoda esille myös niitä.

Ympäristöasioiden ollessa tällä hetkellä voimakkaasti kasvava trendi, myös ryhmäpaine saa tilaajat kääntymään kestäväää rakentamista kohti. Mikäli yritys ei näyttäisi minkäänlaista kiinnostusta ympäristöä kohti, se vaikuttaisi varmasti yrityksen liikevaihtoon negatiivisesti. Myös rahoittajien vaatimukset rakennusten ympäristökelpoisuudesta tulevaisuudessakin ohjaavat tilaajia vahvasti, sillä nyt rakennettavat rakennukset ovat pystyssä vielä vuonna 2050, kun EU:n tiukat tavoitteet on lunastettava. Taulukkoon 2 on vielä koostettu kaikki tilaajien ja rahoittajan haastatteluissa esiin havainnot koskien vähähiilisen rakentamisen yleistymisen haasteita.

Taulukko 2. Tilaajien ja ARA:n haastatteluissa esiin tulleet keskeisimmät havainnot.

Haastatteluissa esiin tulleet keskeisimmät havainnot
Vähähiiliset tavoitteet muodostuvat vasta, kun rakennusten hiilijalanjäljen laskenta helpottuu ja yleistyy
Rakennusten energiatehokkuus ja uusiutuvat energianlähteet ovat tällä hetkellä tilaajien suurimmat kiinnostuksen kohteet
Ympäristöluokitusten suosio on kasvussa
Rakennusten alhainen hankintahinta houkuttelee eniten, eikä laatua tai elinkaarikustannuksia huomioida tarpeeksi
Hankkeet kilpailutetaan hinnalla --> Julkinen hankintalaki ja kohtuuhintaisuuden periaate vähähiilisyyden esteinä
Rakennusten laatua, ympäristöystävällisyyttä ja hintaa voidaan nostaa, mutta ostajien kyky arvioida rakennuksia ei välttämättä ole riittävä
Investointien takaisinmaksuajat pyritään pitämään lyhyinä
Riskejä pyritään välttämään, esimerkiksi nollaenergiatalojen ratkaisujen suhteen
"Suomessa ei rakenneta mitään mihin säädökset eivät velvoita" (H6)
Urakoitsijalla tulisi olla valmius tarjota ympäristöluokitusten laatuista rakentamista
Urakoitsijan tulisi jakaa tietouttaan tilaajille --> lukuja ja arvoja, jotka toimisivat konkreettisina esimerkkeinä tehokkaista ratkaisuista
Urakoitsijalta suoria ratkaisuehdotuksia sekä niiden kustannustietoja

4.3 Hankkeen hiilijalanjäljen pienentäminen

Hankkeen hiilijalanjäljen pienentäminen on monivaiheinen kokonaisuus, joista suurin osa tapahtuu jo hankekehitys- ja suunnitteluvaiheissa. Tähän osioon on kerätty tehokkaimmat tämän tutkimuksen aikana esiin tulleet keinot rakennuksen lopullisen hiilijalanjäljen pienentämiseksi. Nämä keinot koostuvat hankeprosessin toiminnan kehittamisestä, suorista suunnitteluratkaisuista, korttelihankkeista, sekä vähähiilisistä ideoinneista ja innovaatioista.

4.3.1 Hankeprosessin kehittäminen

Hankkeen hiilijalanjäljen pienentäminen alkaa aivan hankkeen alusta, kun asetetaan hankkeelle tavoitteita. Kun on päätetty rakentaa kohde, jonka hiilijalanjälki halutaan pitää mahdollisimman pienenä, koko hankeprosessi täytyy muodostaa sen mukaan. Tilaajan, pääura-koitsijan, sekä hankkeen muiden toimijoiden on syytä keskustella yhteisistä tavoitteista, ja järjestää hankekehitysvaiheessa erilaisia ”workshoppeja”, joissa keskustellaan ja ratkotaan hankkeeseen liittyviä ongelmakohtia, sekä määritetään esimerkiksi kohteen muunneltavuus, energiaratkaisut, päämateriaalit ja muut vähähiiliset ratkaisut. Rakennuspaikkaa on myös syytä pohtia tarkkaan, sillä huonolle paikalle ei välttämättä kannata suunnitella vähähiilistä hanketta. Tontin mylläyksestä ja betonipaalutuksesta syntyy nopeasti suuret kustannukset ja hiilidioksidipäästöt. Myös aikataulu on syytä suunnitella vähähiilisesti, sillä runkovaiheen ajoittuessa talvikaudelle, tarvitaan rungon betonin kuivumiseen todella suuri määrä kaasulla tai sähköllä toimivia lämmittimiä. Vähäpäästöisintä on ajoittaa rakennuksen runkotyöt kesälle, jonka jälkeen rakennuksen oma lämmitysjärjestelmä on jo käytössä alkavalle talvikaudelle.

Vähähiilissä hankkeissa rakennus olisi hyvä suunnitella hieman tavoitteita ja määräystasoa paremmaksi, jotta lopputulos täyttää varmasti kriteerit. Vähähiilisen hankkeen ominaispiirteitä ovat mm. rakennuksen suunnittelu 10 % määräystasoa energiatehokkaammaksi, talotekniikan valinta vain kahdesta parhaasta energiatehokkuusluokasta, sekä vähintään 10 % rakennuksen materiaalien kokonaispainosta käytetään kierrätettyjä materiaaleja. Lisäksi suunnittelu ja kustannuslaskelma tulisi sisältää käytönaikaisen energiankulutuksen päästöjen laskennan osana rakennuksen elinkaaren hiilijalanjälkeä ja kokonaiskustannuksia, jotta rakennuksen elinkaaren aikaiset vähähiiliset investoinnit saavat vaikutuksensa loppulaskelmiin.

Hankekehityksen aikana on myös hyvä selvittää tilaajan sitoutuminen hankkeen vähähiilisyyteen, ja millaisiin ratkaisuihin tilaaja on valmis investoimaan. Esimerkiksi rakennuksen energiatehokkuuden parantamiseen sisältyy pitkällä aikavälillä myös merkittäviä säästöjä, joka toimii hyvänä motivaattorina tilaajalle, mutta esimerkiksi pienen hiilijalanjäljen omaavien rakennusmateriaalien käyttäminen ei välttämättä sisällytä rahallisia säästöjä, joka saattaa vaikuttaa tilaajan lopullisiin valintoihin. Kyseisissä tilanteissa urakoitsijan kannattaa yrittää perustella tilaajalle ympäristöystävällisten valintojen vaikutuksia, mutta joskus kuitenkin tilaajien päätöksiin ei vain pysty vaikuttamaan.

Vähähiilisen rakentamisen tietojen ja taitojen on päästävä levittymään organisaation sisällä, jotta yrityksen toiminta kehittyisi oikeaan suuntaan. Jotta vähähiilinen hanke onnistuisi, suurimman osan työryhmästä tulisi tietää, mitä vähähiilinen rakentaminen vaatii. NCC Suomi Oy:n asuntorakentamisen yksiköllä on toistaiseksi se tilanne, että ympäristörakentamisen kehityksestä ja sen eteenpäin viemisestä vastaavat vain muutamat henkilöt. Nämä henkilöt olivat mukana Kaskelantien hankkeen hankekehityksessä ja suunnittelussa, ja samat henkilöt ovat työskentelemässä tulevien ympäristömerkittyjen hankkeiden parissa. Nyt kun vähähiilinen rakentaminen on Suomessa vielä murrosvaiheessa, on hyvä, että ympäristörakentaminen on keskitetty kompaktille ja sitoutuneelle työryhmälle, jotka kehittävät NCC:n osaamista ja valmiutta rakentaa vähähiilisesti. Lähivuosina näiden tietojen ja taitojen on kuitenkin päästävä levittymään organisaation kaikille toimihenkilöille, ja siitä olisi tultava myös rutiininomaista suorittamista, jotta projektin eteneminen on tehokasta. Koska NCC on hyvissä ajoin valmistautumassa tuleviin ympäristörakentamista koskeviin säädöksiin, tässä vaiheessa paras tapa osaamisen levittämiseen voisi olla hankkeesta hankkeeseen levitys, jossa NCC:n tuleviin ympäristömerkittyihin hankkeisiin uusia henkilöitä otetaan mukaan pikkuhiljaa. Ydinosaaminen on ympäristöhankkeissa aina mukana, sekä jokaisen hankkeen aikana kaksi tai kolme uutta toimihenkilöä tutustutetaan ympäristöystävälliseen rakentamiseen. Näin taidot saadaan leviämään vähitellen koko organisaation keskuuteen, eikä tämä vaadi erikseen kalliita ja aikaa vieviä koulutustilaisuuksia. Vaikkakin tuki vähähiilisyys aiheena täytyy pitää mukana monessa toimihenkilölle pidettävissä palavereissa sekä katsauksissa.

4.3.2 Kustannustehokkaat vähähiiliset ratkaisut

Vähähiilisiä ratkaisuja on olemassa paljonkin, mutta kaikki eivät ole yhtä yksinkertaisia tai kannattavia kuin toiset. Tutkimuksessa tähän mennessä saatujen tulosten mukaan tilaajia houkuttelee enimmäkseen luotettavat sekä lyhyen takaisinmaksuajan omaavat kustannustehokkaat ratkaisut, jotka ovat suhteellisen helppoja toteuttaa. Tässä kappaleessa esitetään ti-

laajille sopivimpia vähähiilisiä ratkaisuja, joita ovat mm. sopivan tontin valinta, oikein mitoitettu maalämpöjärjestelmä, ilmanvaihdon lämmöntalteenottojärjestelmä, sekä erilaiset passiiviset suunnitteluratkaisut.

Tontin valinnalla on suuri vaikutus rakennuksen lopulliseen hiilijalanjälkeen. Tästä johtuen pienen hiilijalanjäljen saavuttamiseksi tilaajien ja urakoitsijoiden tulisi harkita kannattavan tontin valintaa, ja mahdollisuuksien mukaan välttää huonoja tontteja. Maanvaraisuus antaa rakennukselle aina etulyöntiaseman päästömittauksissa, sillä kallion louhiminen ja paalutusten tekeminen on ennen kaikkea kallista, mutta myös ilmastoa saastuttavaa toimintaa. Tontin sijainti ratkaisee myös sen, pystytäänkö alueelle rakentamaan oma maalämpöjärjestelmä, vai joudutaanko liittymään kaukolämpöverkkoon. Varsinkin pääkaupunkiseudulla hyvistä tonteista on pulaa, mutta mikäli hankkeen päämääränä on pieni hiilijalanjälki, kannattaa etsiä siihen mahdollistava tontti. Ympäristöministeriön seminaarissa (2019) mainittiin, että mahdollisesti tulevaisuudessa rakennuksen hiilijalanjälkilaskennassa ei huomioitaisi tontin mylläyksestä aiheutuneita päästöjä lainkaan, jolloin rakennukset olisivat paremmin vertailukelpoisia keskenään. Tämä ei silti tarkoita sitä, ettei tontin mylläyksestä aiheutuisi maapallolle haitallisia kasvihuonekaasupäästöjä.

Aholan ja Liljeströmin (2018) tutkimuksessa tarkasteltujen neljän NCC:n rakentaman rakennuksen hiilijalanjäljet 60 vuoden tarkastelujaksolla olivat pinta-alan verraten välillä 1325 - 1595 kg CO₂e/brm². Tästä energian käytön osuus oli 823 - 1082 kg CO₂e/brm² ja materiaalien osuus 384 - 421 kg CO₂e/brm². Tutkijoiden tekemien laskelmien mukaan hyödyntämällä maalämpöä, rakennuksen elinkaaren (60 vuotta) aikainen hiilijalanjälkitavoite voisi olla luokkaa 1000 kg CO₂e/brm². Maalämpöä tai jäähdytystä tulisi siis hyödyntää aina, kun maaperä on sen asennukselle suotuisa. Maalämpökaivon soveltuvuus tontille ei ole mikään itsestäänselvyys, varsinkaan ahtaalla pääkaupunkiseudulla. Ennen maalämpökaivon poraamista on selvitettävä, onko kunnan rakennusjärjestyksessä, ympäristösuojelumääräyksessä tai muussa ohjeistuksessa jollain tavalla rajoitettu maalämpöjärjestelmien rakentamista. Esi-merkiksi pohjavesialueet sekä kaatopaikkojen välittömät läheisyydet ovat tällaisia alueita. Tämän jälkeen on syytä noudattaa alla olevia maalämpökaivon suosituksetäisyyksiä.

Kohde	Suosittelut minimietäisyys
Maalämpökaivo	15 m
Lämpöputket	3 m
Kallioporakaivo	40 m
Rengaskaivo	20 m
Rakennus	3 m
Kiinteistön raja	7,5-10 m (vaihtelee kunnittain)
Jäteveden puhdistamo	Kaikki jätevedet 30 m, harmaat vedet 20 m.
Viemärit ja vesijohdot	3-5 m
Tunnelit ja luolat	25 m

(Ervasti 2019)

Tarvittavan lämmitysenergian saavuttamiseksi tavanomaiselle kerrostalolle tulisi porata 200 metrin syvyisiä porakaivoja noin 10-15 kappaletta, ja ainoa keino poiketa edellä mainituista suosituksetäisyyksistä on porata lähekkäin olevat kaivot viistoon toisistaan. Jos tontti on kuitenkin ahdas, riittävää maalämpöjärjestelmää ei pystytä toteuttamaan.

Tässä tutkimuksessa tehdyn tilaajahaastattelun (2019) yhteydessä selvisi, että tilaajilla on ollut aikaisemmin huonoja kokemuksia maalämpöjärjestelmien asennuksista. Pääasiallinen

syy tähän on kuitenkin ollut maalämpöpumpun asentajien heikko tietämys oikein mitoitetusta lämpöpumpusta, sillä monessa tapauksessa putkea ympäröivän maa-aineksen lämmitysteho ei ole ollut riittävä, jolloin talvella rakennusta joudutaan lämmittämään kalliilla sähköenergialla. Näin ollen kyseisten maalämpöpumppujen kannattavuus on jäänyt negatiiviseksi. Laskelmalla selvitetään pumpun ja lämpökaivon lämmöntuoton riittävyys rakennuksen lämmitysenergian tarpeeseen. Vanhassa rakennuksessa lämmöntarpeena voi hyödyntää toteutunutta kulutusta, kun taas uudessa rakennuksessa energiaselvitystä. Nykyään onnistuneista maalämpöpumppuasennuksista kuulee paljon, sillä asiantuntemus on kasvanut viime vuosina merkittävästi, ja tilaajien luottamus maalämpöön on hitaasti palautumassa. Suuren haasteen maalämpöpumppujen asennukselle kuitenkin luo maaperän ja tontin tiukat vaatimukset.

Passiiviratkaisuja tulisi hyödyntää rakennuksissa mahdollisimman paljon, sillä on olemassa tehokkaitakin passiiviratkaisuja, jotka eivät edes kustanna paljoa. Esimerkiksi ikkunat, joiden varjostus on suunniteltu siten, että ne heijastavat kesällä korkealla paistavan auringon säteet pois päin, kun taas talvella auringon paistaessa matalammalla auringonsäteet läpäisevät lasin tuoden lämpöä sisään. Toinen vaihtoehto suojautua kesällä kuumilta auringonsäteilä on istuttaa lehtipuita fiksusti peittämään pahimmat auringon säteet. Lisäksi puut lisäävät viihtyvyyttä ja toimivat samalla hiilinieluna. Rakennuksen muoto ja ikkunat tulisi myös suunnitella siten, että ne tuovat valoa sisään mahdollisimman paljon, jolloin valojen käyttö päivällä on tarpeetonta. Passiiviseen suunnitteluun kuuluu myös kunnollinen lämpöeristäminen, ilmatiivis vaippa sekä kylmäsiltojen välttäminen esimerkiksi kolminkertaisilla ikkunoilla. Näin lämmitysenergiaa ei tarvita kovinkaan paljoa, ja uusiutuvien energianlähteiden, kuten aurinkovoiman käytöllä varmistetaan talvellaikin alhaiset lämmityskulut.

Painovoimainen ilmanvaihto on erittäin tehokas ympäristöratkaisu, sillä sen rakentaminen ja ylläpito ovat koneellista ilmanvaihtoa huomattavasti vähäpäästöisempiä. Painovoimaisessa ilmanvaihdossa on suurempi kosteusvaurioiden tai huonon sisäilman riski, mutta nykyään painovoimainen ilmanvaihto osataan suunnitella entistä luotettavammaksi, ja tarvittaessa sitä tehostetaan puhallintehosteisena. Mikäli koneellinen ilmanvaihto on kuitenkin vaatimus, sen toteutus hajautettuna keskitetyn sijaan on kustannustehokkain vähähiilinen ratkaisu, sillä hajautetussa ilmanvaihdossa vältetään erillisen ilmanvaihtokonehuoneen rakentamiselta. Ilmanvaihdon lämmöntalteenottojärjestelmä on myös ehdoton ominaisuus rakennettaessa vähähiilinen rakennus. Lämmön talteenottojärjestelmässä viileä tulo- ja lämmin poistoilma johdetaan samaan ytimeen, jossa ilmavirtojen lämpöero tasaantuu ilman, että ilmavirrat sekoittuvat keskenään. Järjestelmä on mahdollista asentaa molempiin koneellisiin ilmanvaihtomekanismeihin, ja sen hyötysuhde voi olla jopa 75 %.

4.3.3 Vähähiiliset ideoinnit ja innovaatiot

Digitalisaatiossa ja automatisaatiossa on paljon potentiaalia rakennusten hiilipäästöjen pienentämiselle. Samaa potentiaalia löytyy myös jatkuvasti kehittyvistä rakennusmateriaaleista ja rakennustyyleistä. Vaikka uusia ideoita ja innovaatioita rakennusalan päästöjen pienentämiseksi keksitään jatkuvasti, niiden yleistymisen maailmanlaajuisiksi on yleensä hidas prosessi. Tähän kappaleeseen on kerätty hyviä vähähiilisiä ideoita, jotka tulevat todennäköisesti yleistymään lähitulevaisuudessa merkittävästi. Näitä ovat mm. hiilijalanjäljen huomiointi kaavoituksessa, energiankulutusta seuraavat näytöt, kotona/poissa-kytkimet, materiaalien optimaalinen käyttö, sekä rakennusten hiilikädenjäljen kasvattaminen.

Kaavoitusten tulisi olla rakentamista ohjaavia, eikä niinkään rajaavia, jolloin mahdollisuuksia vähähiiliselle rakentamiselle olisi enemmän. Ympäristöministeriön lähiaikoina ilmestyvän laskentamallin myötä rakennuksen hiilijalanjäljen laskeminen helpottuu ja yleistyy. Tarkoituksena on myös tehdä voimakkaasti yksinkertaistettu laskentamalli kaavoituksen avuksi, jolloin rakennusten todennäköinen päästöjen suuruusluokka voidaan arvioida ja rajata kaavassa. Hiilijalanjälkirajoitukset kaavoituksissa olisi kunnille tehokas tapa saavuttaa halutut päästötavoitteet.

Yksi energiankulutusta alentava keino on asentaa uusiin asuntoihin energian ja vedenkulutusta seuraavat näytöt, joista asukkaat voivat nähdä tietoja omasta energiankäytöstään. Käyttöjärjestelmän tulisi olla helppo ja yksinkertainen, jotta jokainen asukas ymmärtää lukujen tarkoituksen. Energiankulutusta voidaan verrata esimerkiksi alueen tai kaupungin keskiarvokulutuksiin, jolloin käyttäjä motivoituu helposti vähentämään omaa kulutustaan. Järjestelmä voisi myös näyttää, mihin aikoihin energiaa kuluu kaikkein eniten, ja se voisi antaa helppoja vinkkejä pienempään kulutukseen. Lisäksi kyseiseen älyratkaisuun sopisi myös kotoa/poissa-kytkin, joka vähentää merkittävästi turhaa energiankäyttöä. Kotoa poistuttaessa painetaan ”poissa”-painiketta, jolloin asunnon valot sekä valitut pistorasiat kytkeytyvät pois. Lisäksi asunnon lämpötilaa sekä ilmanvaihtoa voidaan pienentää poissaolon ajaksi. Kyseiset ratkaisut ovat tehokkaita, ja ennen kaikkea käyttäjäystävällisiä.

Vähähiilisessä hankkeessa materiaalien optimaalinen käyttäminen on tärkeää ja se vaatii paljon suunnittelutyötä. Kuten kuvasta 9 nähtiin, jopa viidesosa rakennuksen 60 vuoden aikaisesta hiilijalanjäljestä muodostuu rakennusmateriaaleista. Kuten aikaisemminkin tässä työssä on todettu, pelkkä suotuisien rakennusmateriaalien valinta ei enää riitä, vaan käytettävien materiaalien määrä tulisi myös saada mahdollisimman alhaiseksi. Optiplanin suunnittelujohtajan (H1) mukaan vähähiilisessä suunnittelussa tulisi välttää liian hankalia muotoja, ja suosia keveitä rakenteita. Samalla erityisesti betonin ja teräsrakenteiden määrä tulisi saada mahdollisimman vähäiseksi. Lisäksi betonia käytettäisiin vain pakollisissa kohdissa, joissa on tiukat lujuusvaatimukset, ja muu rakennettaisiin uusiutuvilla tai kierrätetyillä materiaaleilla.

Vähähiilisessä rakentamisessa tulisi myös huomioida rakennuksen hiilikädenjälki, jotta rakennuksen todellinen ympäristöhaitta voidaan määrittää. Toisin kuin hiilijalanjälki, hiilikädenjälki ilmaisee rakennuksen positiiviset ilmastovaikutukset, kuten rakennusmateriaaleihin varastoitunut eloperäinen hiili, sementtipohjaisten tuotteiden hitaat hiilinielut, rakennustuotteiden kierrätyksestä aiheutuneet hyödyt, sekä verkkoon ladattavan uusiutuvan energian ilmastohyödyt. Rakennuksen lopulliset päästöt saadaan selville, kun hiilijalanjäljestä vähennetään hiilikädenjälki. Hiilikädenjäljen arvioinnilla pyritään kannustamaan rakennusliikkeitä ja suunnittelijoita kehittämään innovatiivisia ilmastoratkaisuja, sillä hiilikädenjäljellä pystytään hyvin kompensoimaan rakentamisen aikana syntyviä päästöjä. (Vähähiilisen rakentamisen seminaari 2019.) Hyvä esimerkki hiilipäästöjen suorasta kompensoinnista ovat viherkatot, eli katot, joille on istutettu viherkasveja sitouttamaan ympäristön hiilidioksidia. Viherkatot ovat hyviä hiilinieluja, mutta nykyisellä tekniikalla ne eivät vielä ole ratkaisu ilmastomuutoksen estämiseksi, sillä viherkaton elinikä on noin 40 vuotta, ja jo pelkästään sen itsensä hiilikompensointi kestää kuudesta kuuteentoista vuotta. (Kuronuma ym. 2018.)

4.3.4 Korttelihankkeet

Korttelihankkeissa on myös suuret mahdollisuudet hiilisäästöille. Korttelihankkeella tarkoitetaan hanketta, jossa saman projektin alaisuudessa syntyy useampi rakennus saman taloyhtiön piiriin. Korttelihanke toimii sitä paremmin, mitä yhtenäisemmät rakennukset ovat, ja mitä lähempänä ne ovat toisiaan. Korttelihankkeen hiilidioksidisäästöt perustuvat pääosin rakennusten yhdistettyihin tiloihin ja toimenpiteisiin.

Yksi suuri säästö syntyy rakennusten yhteistiloista, kuten kerhotilasta, saunatiloista, polkupyörävarastosta, pesutilasta ja jopa väestönsuojasta. Korttelihankkeen etuna on, että kyseiset tilat on mahdollista yhdistää taloyhtiön rakennusten kesken. Kun rakennetaan yksittäinen kerrostalorakennus, siihen rakennetaan oma väestönsuoja, kerhotila, pesula, sekä saunatilat. Korttelihankkeessa, jossa rakennuksia on esimerkiksi neljä, yhteiset tilat voidaan jakaa rakennusten kesken siten, että tilat jaetaan rakennusten kesken. Pesula rakennetaan vain yhteen rakennukseen, ja väestönsuoja toiseen jne. Tiloja yhdistelemällä saadaan karsittua paljon turhia rakennusneliöitä, ja muutenkin rakennettaessa vain yksi iso tila monen pienen sijaan, saavutetaan samat neliöt käyttämällä vähemmän rakennusmateriaaleja. Esimerkiksi väestönsuojassa saavutetaan suuret teräsbetonisäästöt. Taloyhtiön yhteisten tilojen yhdistämisellä saadaan merkittävät hiilisäästöt, mutta sen lisäksi tiloihin toimivuuteen ja viihtyvyyteen voidaan myös panostaa paljon enemmän, jolloin tilojen houkuttelevuus asukkaita kohtaan paranee. Monen taloyhtiön ongelmina on, että yhtiön kerhotilat ja saunat ovat suurimman osan ajasta tyhjinä. Yksi hyvä vaihtoehto olisi myös yhteisten tilojen, kuten pesulan ja saunatilojen ulkoistaminen kiinteistönhoitoalan yrityksille. (H1.)

Korttelihankkeessa saadaan myös merkittäviä säästöjä yhdistelemällä taloyhtiön rakennusten välisiä rakenteellisia toimenpiteitä. Esimerkiksi maalämpöjärjestelmän asentaminen tulee korttelihankkeessa huomattavasti kannattavammaksi, sillä hyvin mitoitettu laajasta järjestelmästä voidaan saada lämmitysenergiat kaikkiin saman korttelin rakennuksiin. Lisäksi korttelihankkeen rakentamisvaiheen sekä elinkaaren aikaisten korjausten synnyttämät hiilidioksidipäästöt saadaan alhaisiksi, kunhan rakennuttaja ja taloyhtiö osaavat suunnitella yhteistoimintansa hyvin. Edellä mainituilla toimenpiteillä korttelihankkeen päästöt bruttopinta-alaa kohden saadaan helposti tavallista hanketta pienemmiksi.

4.4 Arvot ja sitoutuminen vähähiiliseen rakentamiseen

Rakennusprosesseissa mukana olevien eri toimijoiden on helppo sanoa toimivansa kestävä kehityksen aatteiden mukaisesti, mutta toisaalta kestävä kehitys ja vihreät arvot voivat tarkoittaa eri toimijoille erilaisia asioita. Tämä tarkoittaa myös sitä, että toimijoiden väliset näkemyserot voivat aiheuttaa helposti ristiriitoja. (Rohracher 2001.) Tutkimuksen haastattelujen analysointimenetelmien myötä haastatteluihin osallistuneiden toimijoiden vihreitä arvoja ja sitoutumista vähähiiliseen rakentamiseen on syytä pohtia tarkemmin, sillä ne ovat asioita, jotka on helppo sanoa ääneen, vaikkei se näkyisikään yrityksen toiminnassa lainkaan. Tässä osiossa käydään läpi tutkimuksen aikana haastateltujen toimijoiden näkemyksiä heidän omista vihreistä arvoistaan, ja heidän sitoutumistaan kestäväan rakentamiseen ja sen kehittämiseen.

Useimmille toimijoista vähähiilinen ja kestävä rakentaminen on ennen kaikkea maailmanpelastus operaatio, joka toimii tällä hetkellä myös erittäin hyvänä myyntikeinona. Kestävä kehitys on tällä hetkellä suuri trendi, ja tunnetusti suurten trendien mukana syntyy myös

suuret markkinat. Muutama vuosi taaksepäin kestävän kehityksen toimijat olivat edelläkävijöitä, ja saivat erityistä huomiota ja kunnioitusta toiminnastaan. Nyt, vuonna 2019, ympäristöaktiivisuus alkaa olla jo siinä pisteessä, että ne toimijat, jotka eivät vielä osoita toiminnassaan vihreitä arvoja, saattavat erottua joukosta. Ilmasto-ongelmista on tullut vakava asia, joka ajaa toimijoita aidosti taisteluun ilmastonmuutosta vastaan, mutta myös ryhmäpaine vaikuttaa suuresti yritysten toimintaan ja valintoihin. Monet yritykset sanovat toimivansa vihreiden arvojen opastamana, jotta yritys tuntee olevansa hyväksytty toimija, vaikkei ole varmaa ajaako yritys aidosti kyseisiä arvoja.

Monet toimijat tietävät valinnoillaan olevan suuri vaikutus ympäristöön, ja myös vähähiilisen rakentamisen tuomat uudet haasteet ja asiat houkuttelevat toimijoita työskentelemään ympäristöystävällisemmin. Vähähiilisyys on toistaiseksi vielä täysin vapaaehtoista, mutta toimijat valmistautuvat mahdollisiin tuleviin määräyksiin ja säädöksiin. Toimijoiden mukaan ratkaisut on jo hyvä olla valmiina, kun laki muuttuu. Esimerkiksi Espoon Asunnoilla vihreät arvot tarkoittavat käytännössä tavoitetta energiankäytön tehostamiseen, sekä päästöttömän energian käyttöä. He arvioivat kestävyyttä ja vastuullisuutta sosiaalisesta, taloudellisesta sekä ympäristönäkökulmista. ATT:lle vihreät arvot tarkoittavat kohtuuhintaisia, energiatehokkaita, vähähiilisiä ja mahdollisimman pitkäikäisiä rakennuksia, ja he ovat sitoutuneet Helsingin kaupungin tavoitteisiin saada Helsinki hiilineutraaliksi vuoteen 2035 mennessä. VAV:n vihreät arvot tarkoittavat heille elinkaarikestävyyttä, terveellisyttä, turvallisuutta, sekä mitattavia ympäristöarvioita, kuten esimerkiksi heillä käytössä olevaa Joutsenmerkkiä. VAV:lle on tärkeää, että kestävän rakentamisen pystyy myös näyttämään sekä sen laadun mittaamaan, eikä yrityksen teot saa olla pelkkää puhetta, vaan myös tekoja on synnyttävä. SATO:n mukaan heillä on tehty vastuullista rakentamista pitkäjänteisesti, ja nyt on seuraavan askeleen paikka, kun rakentamisen hiilidioksidipäästöjä aletaan mittaamaan ja rajoittamaan. SATO:lle vihreää arvoa luovat sitovat tavoitteet, sekä vastuullisen toiminnan osoittaminen heidän tärkeimmälle sidosryhmälleen, asukkaille. Lisäksi yrityksen omistajat ovat vahvasti sitoutuneet asetettuihin tavoitteisiin.

(H4, H5, H6, H7, H8)

NCC itse pyrkii olemaan edelläkävijä rakentamisen sektorissa, jossa otetaan huomioon ympäristö, ja rakentamisen vaikutukset siihen. Konkreettisina toimina tämä näkyy siinä, että NCC pyrkii kertomaan asiakkailleen suunnitelmien ja valittujen ratkaisujen ympäristövaikutuksia, ja tuomaan esille ympäristöystävällisempiä vaihtoehtoja mahdollisimman varhaisessa vaiheessa. NCC pyrkii rohkeasti kokeilemaan uusia tapoja pienentää rakentamisen koko ketjun ympäristövaikutuksia. Esimerkiksi suunnittelussa pyritään jo kaavavaiheessa vaikuttamaan siihen, että rakennuksista tulisi mahdollisimman tehokkaita, asiakkaan tarpeet täyttäviä sekä ympäristöystävällisiä. Rakentamisen aikana kiinnitetään huomiota aikataulun ja kustannusten lisäksi työturvallisuuteen, energian ja veden käyttöön sekä jätteiden lajitteluun. NCC:n asiakkaiksi on valikoitunut paljon asiakkaita, joilla on myös arvoissaan kestävä kehitys ja ympäristöystävällisyys, ja jotka ovat valmiita haastamaan perinteisiä tapoja vähähiilisempien rakennusten saavuttamiseksi. (H3.)

5 Yhteenveto ja johtopäätökset

5.1 Pohdinta ja johtopäätökset

Suomalaisen keskiverto hiilijalanjälki on jopa 10 300 CO₂e/vuosi, joka on kaksinkertainen maailman keskiarvoon verrattuna. Tästä asumisen osuus on noin 3 400 CO₂e/vuosi (Sitra 2019). Vuodelle 2030 Suomi on asettanut välitavoitteeksi, että keskiverto hiilijalanjälki ihmistä kohtaan tulisi pudota 2,5 hiiliekvivalenttitonniin vuodessa. Jotta vuonna 2050 maapallolla saavutettaisiin tavoiteltu hiilineutraalius, tarkoittaisi se vain noin tonnin hiilidioksidipäästöjä per ihminen (Vähähiilisen rakentamisen seminaari 2019). Tavoitteet eivät ole mahdollisia, vaikkakin erittäin vaikeasti saavutettavissa. Jotta välitavoitteisiin ja päätavoitteeseen päästäisiin, täytyy eritoten asumisesta syntyvät päästöt saada minimiin, monissa tapauksissa jopa nollaan. Parhaat keinot sen saavuttamiseksi on käyttää rakentamiseen mahdollisimman paljon kierrätettyjä tai uusiutuvia materiaaleja, sekä rakennusten energianlähteinä ainoastaan uusiutuvia energianlähteitä, kuten aurinkovoimaa, tuulivoimaa, vesivoimaa ja maan lämpöenergiaa.

60 vuoden tarkastelujaksolla, jopa yli 80 % rakennuksen hiilijalanjäljestä muodostuu energian käytöstä ja materiaaleista. Hankekehityksessä olennaisinta on siis panostaa elinkaarirakentamiseen ja materiaalien kiertotalouteen. On syytä pohtia ratkaisuja, jotka ovat juuri kyseisen hankkeen ominaisuuksiin kaikkein sopivimmat, ja samalla pitää mielessä, että vähähiilisyys pyrkiminen kaikissa valinnoissa ei myöskään ole ratkaisu, sillä se saattaa aiheuttaa ongelmia toisilla osa-alueilla.

Tutkimuksessa syntyneiden havaintojen mukaan vähähiilinen rakentaminen on vasta murrosvaiheessa koko rakennusallalla, ja massasta erottuu toistaiseksi vain muutamat edelläkävijät. Trendi on kuitenkin voimakkaassa kasvussa, ja sanat ”vähähiilinen rakentaminen” kuuluvat yhä useammin rakennusalan piireissä. Suosion kasvuun vaikuttaa ympäristöaktiivisuuden lisääntyminen, ilmaston lämpenemisen estämiseksi asetetut tavoitteet, ja sen myötä taloudellisten kannustimien lisääntyminen. Suurin osa rakennuttajista kuitenkin vasta miettii asettamia tavoitteita, tai millä mittareilla vähähiilisiä tavoitteita edes asetetaan. Muutamien vuosien sisällä rakennusten hiilijalanjäljen laskentaan on tulossa työkalu, joka varmasti lisää rakennusten päästöjen vertailua, ja sen myötä tavoitteiden asettamista. On kuitenkin oletettavaa, että ennen laskentatyökalun saapumista vähähiilisen rakentamisen kasvu jää varmastikin maltilliseksi.

Rakennusalan yleinen konservatiivisuus on suurin este vähähiilisen rakentamisen nopealle yleistymiselle. Konservatiivisuutta aiheuttaa mm. rahoitusnäkökulma, jossa tilaajat pyrkivät välttämään pitkiä investointeja, sekä tilaajien alhainen riskinottohalukkuus. Lisäksi vähähiilinen rakentaminen on saatu näyttämään kustannuslaskennan puolelta pahalta, sillä useissa tilaajayrityksissä kustannuslaskelmaa on tähän mennessä suoritettu ainoastaan rakennusvaiheenosalta, eikä elinkaarikustannuksia ole huomioitu lainkaan. Vähähiiliset ratkaisut vaativat tietysti rakennusvaiheen aikana suuria investointeja, joiden hyödyt ilmenisivät vasta rakennuksen käytön aikana. Rakennusallalla vallitsee tällä hetkellä erittäin kapeakatseiset näkökulmat, eikä rakennuksen hyötyjä arvioida pitkälle. Rakennuttajia kiinnostaa eniten nopea tuotto, ja urakoitsijat pyrkivät rakentamaan mahdollisimman halvalla ja nopeasti, että pääsee seuraavan hankkeen pariin. Rakennuksen laatuun ja elinkaarikestävyyteen ei keskitytä tarpeeksi. Tähän toki vaikuttaa se, että vähähiiliset rakennukset ovat tavallista monimutkaisempia komplekseja, ja osaaminen on vielä valitettavan harvassa.

Monet tilaajayritykset ajattelevat vähähiilisen rakentamisen ympäristön hyvinvoinnin lisäksi myös suurena myyntikeinona, ja se kasvattaa heidän aktiivisuuttaan ympäristöasioissa. Vähähiilinen rakentaminen on siis vuosittain voimakkaasti kasvavaa liiketoimintaa, jossa tarjonta tulee kysynnän perässä, kunhan kysyntä ensin kasvaa. On mahdollista, että lähitulevaisuudessa hankkeelle voi saada rahoitusta ainoastaan kestäviä perusteluja vastaan (Vähähiilisen rakentamisen seminaari 2019), tai vastaavasti rakennuksen energialuokka voidaan kytkeä osaksi kunnan päättämää kiinteistöveroä (Virkamäki ym. 2017). Joka tapauksessa kaikki tutkimuksessa haastateltavat tilaajat näyttävät valmistautuvan siihen, että hiilijalanjälkilaskennasta on tulossa lähivuosina yleistä, ellei pakollista.

Tutkimuksen päätavoite saavutettiin, sillä tutkimuksessa esitetään useita eri ratkaisuja ja perusteluja tilanteisiin, jotka ovat yleisimmin vähähiilisen rakentamisen esteenä. Ensimmäiseen tutkimuskysymykseen vastataan suurimmilta osin jo kirjallisuustutkimuksen kaavoitusosiossa, jossa käydään läpi kaavoituksen rakenne sekä kaavamutoksen tai -poikkeaman parhaat hakumahdollisuudet. Kaavoitusprosessiin suositeltiin toimenpiteitä tilanteeseen, jossa kaavoitus tehdään hankkeen alkuvaiheessa, sekä tilanteeseen, jossa kaavoitus hankkeen tontille on jo tehty aikaisemmin. Paremmat lähtökohdat vähähiiliseen hankkeeseen saadaan, kun tontti kaavoitetaan vasta hankkeen aikana. Tällöin kaavoituksessa voidaan perustella kehitteillä olevan hankkeen ominaispiirteille asetettuja tavoitteita.

Toiseen tutkimuskysymykseen vastataan pääosin ensimmäisen empiirisen osan tapaustutkimuskohteen avulla, jossa käydään läpi hyvin onnistuneen ympäristöluokitellun hankkeen onnistumisia ja kehittämiskohtia painottuen hankkeen hankekehitys- ja suunnitteluvaiheisiin. Tapaustutkimuksesta selviää, että vähähiilisen hankkeen alkuvaiheiden tehokkaimmat keinot ovat ympäristörakentamiseen motivoitunut ja riittävän suuri työryhmä, kattava riskikartoitus, suunnitteluvaiheeseen panostaminen, sekä materiaalivalintojen varhainen päättäminen. Kysymykseen vastataan myös kohdassa 4.3.1, jossa esitetään keinoja koko hankeprosessin kehittämiseksi, kuten tilaajan ja pääurakoitsijan tiivis yhteistyö hankkeen alussa, mahdollisimman optimaalisen rakennuspaikan tarkka selvitys, hankkeen runkovaiheen aikataulusuunnittelu lämpimälle ajanjaksolle, sekä kunnianhimoisten vähähiilisten tavoitteiden asettaminen ja niihin sitoutuminen.

Kolmanteen tutkimuskysymykseen vastataan osittain kirjallisuustutkimuksen osassa, jossa esitetään vähähiilisen rakennuksen suunnittelun peruseriaatteita, kuten materiaalivalinnat, materiaalitehokkuus, kiertotalous, passiiviratkaisut sekä hiilikompensaatio. Kysymykseen vastataan myös toisen empiirisen osan kohdissa 4.3.2 ja 4.3.3, joissa esitetään kustannustehokkaita vähähiilisiä ratkaisuja sekä lähitulevaisuuden ideoita ja innovaatioita, joiden riskit ovat hyvin tilaajaystävälliset.

Tutkimuksen neljänteen tutkimuskysymykseen vastataan tilaajille ja rahoittajalle kohdistetussa haastatteluosiossa, jossa haastatteluiden pohjalta koostetuissa johtopäätöksissä esitetään tilaajien suhtautuminen vähähiiliseen rakentamiseen ja millä keinoin pääurakoitsijalla on mahdollisuus vaikuttaa tilaajan tai rahoittajan tekemiin päätöksiin. Haastattelujen tavoitteena oli parantaa ja selvittää näiden kolmen tahon välistä yhteisymmärrystä ja näkemyseroja, ja sitä kautta löytää kaikkia hyödyttäviä ratkaisuja. Tulosten pohjalta voidaan todeta, että tilaajat näkevät vähähiilisessä rakentamisessa paljon kannattavuutta, mutta samalla myös kannattamattomuutta. Tilaajille ympäristörakentaminen on tehokas myyntikeino, jossa kauppa käy tällä hetkellä kiivaasti, mutta samalla tilaajat myös välttelevät vähähiilisten rat-

kaisujen korkeampia riskejä ja kustannuksia, sekä pitkiä takaisinmaksuaikoja. Pääurakoitsijan kannattaa kuitenkin perustella ratkaisujen toimivuutta ja ympäristöhyötyjä lukujen ja laskelmien kera. On myös tärkeää, että pääurakoitsija pystyy osoittamaan jonkinlaista koke-muspohjaa ja onnistuneisuutta ympäristörakentamisen puolelta.

Tämä tutkimus antaa asuntorakentamisen puolella toimivalle henkilölle kattavat lähtötiedot vähähiilisen rakentamisen tämänhetkisestä tilanteesta ja sen suurimmista yleistymisen on-gelmista, sekä auttaa ymmärtämään, mitkä tekijät ovat vaikuttamassa vähähiilisen rakenta-misen taustalla. Tätä kautta tutkimus myös auttaa rakennusalan toimijoita saavuttamaan vä-hähiilisemmän lopputuotteen.

5.2 Tutkimuksen kontribuutio

Vähähiilinen asuntorakentaminen on Suomessa vielä harvinaista, kuten huomattiin NCC:n tilaajayrityksille kohdistetusta haastattelusta. Juurikin tästä syystä myös vähähiiliseen asun-torakentamiseen liittyvät tutkimukset ovat vielä harvassa, eikä varsinkaan hankekehitykseen tai suunnitteluvaiheeseen rajattua vähähiilisen rakentamisen tutkimusta taida Suomesta vielä löytyä. Hyvin paljon samoja aihepiirejä tämän tutkimuksen kanssa esiintyy Aholan ja Lilje-strömin vuonna 2018 tekemässä tutkimuksessa ”Rakennuksen elinkaaren hiilijalanjäljen pie-nentäminen kustannustehokkaasti vuokratalokohteessa”. ARA julkaisi kyseisen tutkimuk-sen tässäkin työssä esiintyneen VAV:n, NCC:n ja Optiplanin yhteisen Kaskelantie 1 hank-keen aikana. Tutkimuksen tarkoitus oli selvittää Kaskelantie 1:n hiilijalanjäljen taso kol-meen muuhun VAV:n rakentamaan referenssikohteeseen verrattuna, sekä selvittää millaisin keinoin hiilijalanjälkeä voitaisiin pienentää mahdollisimman pienillä kustannuksilla myös muissa tulevilla samankaltaisissa hankkeissa. Aholan ja Liljeströmin (2018) tutkimuksessa pureudutaan yksityiskohtaisesti talon eri rakenteisiin, ja laskentaperusteisesti etsitään opti-maalisimpia ratkaisuja. Tutkimuksen tuloksissa esitetään kustannustehokkaimmat suunnit-teluratkaisut, sekä parhaat materiaalivalinnat. Tässä tutkimuksessa hyödynnettiin paljon Aholan ja Liljeströmin (2018) tutkimuksessa löydettyjä havaintoja, ja ne antoivat hyvän poh-jan tälle tutkimukselle. Tässä tutkimuksessa pyrittiin yhdistämään laaja vähähiilisen raken-tamisen kokonaisuus selvempään muotoon, ja eri tahojen haastatteluilla tuoda esiin uusia näkökulmia ja mielipiteitä aiheesta. Vähähiilistä rakentamista on tutkittu toistaiseksi vielä niin vähän, että tässä tutkimuksessa ei pureuduttu yhteen tiettyyn aiheeseen todella syvällä tasolla, eikä suoritettu laskennallisia optimointeja, vaan pyrittiin luomaan monelle tuntemat-tomasta aiheesta selkeämpi käsitys. Tutkimuksen kielen on siis tarkoitus olla selkeää ja hel-posti ymmärrettävää.

Bionova Oy:n vuonna 2017 julkaisema tutkimus Ympäristöministeriön tiekartta hankkeesta on myös monella tapaa luonut tälle tutkimukselle parempaa pohjaa. Bionovan (2017) tutki-muksessa hahmotellaan tiekarttaa, jonka tavoitteena on ottaa käyttöön sääntely rakennusten elinkaaren aikaisen hiilijalanjäljen huomioimiseksi rakentamisen ohjauksessa. Tutkimuk-sessa analysoidaan paljon Suomen vähähiilisen rakentamisen tilannetta, ja keskustellaan sen suurimmista ongelmakohdista. Bionovan (2017) tutkimus antoi paljon eri näkökulmia ja ha-vaintoja tätä tutkimusta varten, ja siitä kertyneet pohjatiedot yhdistettynä tämän tutkimuksen aikana käytyihin haastatteluihin loivat paljon uutta tutkimustulosta tilaajien suhtautumisesta ja valmistautumisesta vähähiiliseen rakentamiseen. Tilaajat ovat selvästi valmistautuneet sii-hen, että lähiaikoina rakennuksille tullaan asettamaan hiilijalanjälkirajoituksia. Toistaiseksi on kuitenkin epäselvää, miten rakennusten hiilijalanjäljen laskenta tapahtuu käytännössä, joten mitään suuria toimenpiteitä ei ole tilaajilta vielä nähty

Myös seuraavissa tutkimuksissa on käsitelty paljon samoja aihepiirejä, kuin tässä tutkimuksessa: Virkamäki ym. (2017) ”Viranomaisnäkökulma rakennuksen elinkaaren hiilijalanjälkihajaukseen”, Liukkonen (2016) ”Vähähiilisen rakentamisen systeemimuutoksen monitoimitarkastelu ja toimijoiden suhteet haasteisiin”, Suokas (2011) ”Hiilivapaan kerrostaloalueen hankesuunnittelu”. Kaikissa edellä mainituissa tutkimuksissa korostuu aihepiirin laajuus yhdessä rakennusalan konservatiivisuuden kanssa, jolloin tutkimustulokset tulevat samoihin johtopäätöksiin vähähiilisen rakentamisen hitaasta muutosnopeudesta.

Tässä työssä tarkoituksena oli selvittää keinoja vähähiilisen rakentamisen varmistamiseksi jo hankkeen alkuvaiheissa. Tutkimuksen tekee ajankohtaiseksi Suomen ja EU:n asettamat päästötavoitteet vuodelle 2050, sillä nyt rakennettavat rakennukset vaikuttavat suuresti vuoden 2050 tavoitteisiin. Tämän tutkimuksen aikana tuli selville, millä eri keinoin asuinrakennushankkeen pääurakoitsija voi vaikuttaa hankkeen vähähiilisyyteen. Vaikutusmahdollisuuksina tuotiin esille mm. suoria ratkaisuehdotuksia, sekä hankkeiden tilaajien ajatuksia ja toivomuksia vähähiilisen rakentamisen suhteen. Tätä kautta pääurakoitsija voi toimia tilaajan toiveiden mukaisesti parempaa yhteistoimintaa luoden, ja samalla ehdottaa tilaajalle toimivia ja kannattavia vähähiilisiä suunnitteluratkaisuja. Tutkimuksen aikana myös selvisi, miten iso osa vähähiilisestä työstä tapahtuu jo paljon ennen tuotantovaihetta. Merkittävimmät askeleet vähähiilisyyttä kohti tapahtuvat jo hankekehityksessä, kun hanke alkaa muovautua. Vähähiilisen rakentamisen onnistuminen ei ole niinkään enää toimijoiden tiedoista ja taidoista riippuvaista, vaan se on sitova päätös, jossa on pysyttävä koko hankkeen alusta loppuun asti.

5.3 Tutkimuksen luotettavuus ja jatkotutkimusaiheet

Tämä tutkimustyö on rajattu koskemaan asuntorakentamista, ja se on suoritettu ensisijaisesti pääurakoitsijan näkökulmasta. Työ tutkii vähähiilistä rakentamista laajasti, mutta on erikoistunut hankkeen alkuvaiheisiin, hankekehitykseen ja suunnitteluun. Tämä rajaa puhtaat urakahankkeet tutkimuksen ulkopuolelle, sillä niihin ei sisälly urakoitsijan toimesta suoritettavaa suunnittelutyötä. On myös syytä huomioda, että tutkimuksen haastatteluosion tulokset koostuvat täysin pääkaupunkiseudulla toimivista yrityksistä, jolloin kaikkia haastatteluun osallistuneita toimijoita koskevat hyvin samankaltaiset pääkaupunkiseudun alueelle asetetut ilmastotavoitteet. Haastateltavien pienellä geometrisellä hajonnalla on varmasti jonkin verran vaikutusta tutkimuksen luotettavuuteen, erityisesti pienemmillä paikkakunnilla ja toimiessa pienempien rakennuttajien kanssa.

Tutkimuksessa esitetyt vähähiiliset suunnitteluratkaisut on kerätty kirjallisuuslähteistä, tosielämän rakennushankkeista sekä rakennusalaalla toimivien henkilöiden haastatteluista, joten ratkaisujen luotettavuus on korkealla tasolla. Tutkimuksessa on perusteltu ratkaisujen yleisimmät riskit ja ongelmakohdat, eikä mitään merkittäviä ristiriitaisuuksia tutkimuksen tietolähteiden väleillä ilmennyt. On kuitenkin syytä muistaa, että joidenkin ratkaisujen tehokkuus voi olla esimerkiksi ilmastotyyppistä, perustasta tai vaikkapa hankkeen tai organisaation koosta riippuvaisia. Ratkaisujen toimivuus on paikka- ja tilannekohtaista, joten niiden käyttöä ja toimivuutta on syytä pohtia monesta eri näkökulmasta.

Tutkimustyön tuloksia tulisi hyödyntää asuntorakentamisen sektorilla, kun on asetettu tavoitteeksi rakentaa vähähiilinen asuinkerrostalo. Tutkimuksesta saa eniten hyötyä hankkeen pääurakoitsija erityisesti siinä tapauksessa, mikäli urakoitsija itse on vähähiilisten tavoittei-

den takana. Tutkimus tarjoaa myös hankkeen tilaajalle hyviä näkökulmia, havaintoja ja ideoita vähähiilisen rakentamisen tueksi. Tutkimuksen tulosten laatu perustuu monen eri tahon sekä tieteiskirjoitusten antamiin näkemyksiin ja ideoihin, jotka yhdistettynä luovat laajan kokoelman tietoa vähähiilisten rakentajien tueksi.

Vähähiilisen rakentamisen aiheen, sekä tämän tutkimuksen laajuuden vuoksi jatkotutkimuksille jää paljonkin varaa. Koska tämän tutkimuksen tilaajayrityksellä on vielä niin vähän kokemusta vähähiilisestä rakentamisesta, tutkimusta oli haastava spesifioida ja kohdistaa johonkin yksityiskohtaiseen osaan vähähiilistä rakentamista. Tästä syystä tutkimuksesta muodostuikin melko laaja katsaus vähähiilisestä rakentamisesta, vaikkakin se on rajattu hankekehitykseen ja suunnitteluvaiheeseen pääosin urakoitsijan perspektiivistä. Jatkotutkimusaiheina toimisi tässä työssä läpikäydyt aiheet, mutta paljon tarkemmin rajattuna ja yksityiskohtaisemmalla tasolla. Aiheita voisi olla mm. vähähiilisten suunnitteluratkaisujen tarkempi arviointi kustannusten, takaisinmaksuajan, huoltotarpeiden, toimivuuden, houkuttelevuuden sekä riskienhallinnan näkökulmasta, tai tarkempi analyysi vähähiilisen rakentamisen toimijoiden välisistä suhteista yhdistettynä rakennusalan yleisiin toimintatapoihin, menettelyihin ja konservatiivisuuteen. Kaavoitusprosessista ei oikein jää enää jatkotutkittavaa, sillä siinä vaikutusmahdollisuudet ovat sen verran rajalliset. Tässä tutkimuksessa esiintyneitä aiheita olisi myös hyvä tutkia hieman eri toimijoiden perspektiiveistä, kuten esimerkiksi rakennuttajan. On varmasti paljon tilanteita, joissa rakennuttaja olisi halukas rakentamaan vähähiilisesti, mutta pääurakoitsija ei ole siihen valmis. Tähän skenaarioon ei oteta tässä työssä kovin paljon kantaa, sillä tutkimuksen tilaajayritys on motivoitunut rakentamaan tulevaisuudessa vähähiilisesti.

Vähähiilisen rakentamisen seminaarissa (2019) kaikilta osallistujilta kysyttiin heidän mieltäpidettään siitä, että mikä sana heidän mielestään kuvaa parhaiten suurinta haastetta vähähiiliseen rakentamiseen siirtymisessä. Vastauksia oli paljon, mutta kuusi sanaa erottuivat selkeästi massasta, ja ne ovat suosituimmasta alkaen: Tahto, raha, asenne, yhteistyö, osaaminen ja aika. Kyselyyn vastasivat ainoastaan rakennusosalalla työskentelevät henkilöt, joten heidän vastauksensa ovat hyvin todenperäisiä. Vähähiiliseen rakentamiseen tarvitaan osaamista ja yhteistyötä, ja ympäristöystävällisemmän lopputuotteen puolesta se tulee vaatimaan tavalista kohdetta enemmän rahaa ja aikaa, mutta sen saavuttaminen on kuitenkin enimmäkseen vain tahdosta ja asenteesta kiinni.

6 Lähdeluettelo

Ahola, R. & Liljeström, K. 2018. Rakennuksen elinkaaren hiilijalanjäljen pienentäminen kustannustehokkaasti vuokratalokohteessa. Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskuksen raportteja. Helsinki. 73 s. Saatavissa: <https://www.ara.fi/fi-FI>.

Bartlett, E. & Howard, N. 2000. Informing the decision makers on the cost and value of green building. *Building Research & Information*, Issue 28, S. 315-324. DOI: 10.1080/096132100418474.

Berninger, K. 2012. Selvitys vähähiilisen yhteiskunnan temaattisesta tavoitteesta EU:n rakennerahastojen ohjelmatyössä kaudella 2014-20. Ympäristöministeriö. 31 s. ISBN: 978-952-11-4128-7. Saatavissa: <http://hdl.handle.net/10138/135639>.

Bionova Oy. 2017. Tiekartta rakennuksen elinkaaren hiilijalanjäljen huomioimiseksi rakentamisen ohjauksessa. Ympäristöministeriö. 55 s. + liitt. 17 s. Saatavissa: http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Rakentamisen_ohjaus/Vahahiilinen_rakentamisen/Tiekartta_rakennuksen_elinkaaren_hiilijalanjaljen_huomioimiseksi.

Energiaviraston kotisivut. [Viitattu 22.3.2019]. Saatavissa: <https://energiavirasto.fi/paastokauppa>.

Ervasti, P. Maalämpöpumpun ostajan opas. Bosch Thermotekniikka. Robert Bosch Oy. Vantaa. 30 s. [Viitattu 25.6.2019]. Saatavissa: <https://www.bosch-climate.fi/lampopumppu-valintaopas/valintaoppaat>.

European Comission kotivisut. Energy performance of buildings. [Viitattu 21.3.2019]. Saatavissa: <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-efficiency/energy-performance-of-buildings>.

Green Building Council Finland- kotisivut. [Viitattu 28.2.2019]. Saatavissa: <http://figbc.fi/>.

Hiilineurtaali Suomi kotisivut. Hinku-verkosto. [Viitattu 19.3.2019]. Saatavissa: <http://www.hiilineutraalisuomi.fi/hinku/>.

Hirsjärvi, S. & Hurme, H. 2000. Tutkimushaastattelu. Teemahaastattelun teoria ja käytäntö. Helsinki: Yliopistopaino. 213 s. ISBN: 951-570-458-8

Honkatukia, J. & Rajala, A. 2007. Energia, päästökauppa ja kilpailukyky: Suomalaisen energaintensiivisen teollisuuden näkemyksiä EU:n päästökaupasta ja pohjoismaisista energiamarkkinoista. Helsinki: Valtion taloudellinen tutkimuskeskus. ISBN: 970-951-561-720-0 (sähköinen).

Joutsenmerkityt talot Pohjoismaissa. [Verkkopalvelu - Kartta]. [Viitattu 19.3.2019]. Saatavana: <https://www.google.com/maps/d/viewer?mid=1x65aK5yfGjALOiQ-QYJvPVgHVzI&ll=60.8653847039631%2C15.210227349999968&z=6>.

Kankainen, J. & Junnonen, J.M. 2004. Rakennuttaminen. 2. painos. Tampere. Rakennustieto Oy. 101 s. ISBN-13: 978-951-682-631-1.

Kara, M. 2005. *Päästökaupan vaikutus pohjoismaiseen sähkökauppaan. Ehdotus Suomen strategiaksi. VTT Prosessit. Espoo. 120 s. + liitt. 17 s. ISBN 951-38-6525-8 (painettu). ISBN: 951-38-6526-6 (sähköinen).*

Karhu, J. 2014. *HJR12, Hankkeen johtaminen ja rakennuttaminen & valvonta. Senaatti kiinteistöt. Helsinki. 18 s.*

Knuutila, M. 2017. *Ympäristöluokitellun asuinrakennuksen rakennusprosessin hallinta. Diplomityö. Aalto-yliopisto, rakenne- ja rakennustuotantotekniikka. Espoo. 71 s. + liitt. 8 s.*
 Kuittinen, M. & Roux, S. 2017. *Vähähiilisen rakentamisen hankintakriteerit. Ympäristöopas 2017. Ympäristöministeriö. Helsinki. 50 s. ISBN: 978-952-11-4745-6 (painettu). ISBN: 978-952-11-4746-3 (sähköinen).*

Kuntarahoituksen kotisivut. *Vihreä rahoitus.* [Viitattu 29.4.2019]. Saatavissa: <https://www.kuntarahoitus.fi/vihrea-rahoitus>.

Kuronuma, T., Watanabe, H., Ishihara, T., Kou, D., Toudou, K., Ando, M. & Shindo, S. 2018. *CO2 payoff of extensive green roofs with different vegetation species. Sustainability, 10, 2256. DOI: 10.3390/su10072256.*

Laine, K. 2012. *Pelletti- ja maalämmityksen elinkaarilaskenta. Insinöörityö. Metropolia Ammattikorkeakoulu, talotekniikka. Lahnuksen koulu. Espoo. 27 s. + liitt. 3 s.*
 Liljeström, K. & Törnblom, T. 2009. *Vertailu asuinkeiden ilmanvaihdon energiatehokkuudesta. Optiplan Oy. Helsinki.*

Liukkonen, V. 2016. *Vähähiilisen rakentamisen systeemimuutoksen monitoimijataarkastelu ja toimijoiden suhteet haasteisiin. Diplomityö. Lappeenrannan teknillinen yliopisto, ympäristötekniikka. Lappeenranta. 67 s.*

Liuksiala, A. & Laine, V. 2011. *Tavoite- ja kattohintaurakka. Rakennustieto Oy. Tampere. 112 s. ISBN: 978-951-682-978-7.*

Marjakangas, A. 2011. *Ilmastomuutos lähiluonnossamme. Mediapinta. 124 s. ISBN: 978-952-235-351-1.*

Morison, R. & Hodges, J. 2018. *Carbon Reaches 10-year high, pushing up European power prices. Bloomberg.* [Sähköinen artikkeli]. [Viitattu 7.4.2019]. Saatavissa: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2018-08-23/carbon-reaching-20-euros-a-ton-in-europe-raises-price-for-power>.

National Geographic kotisivut. *What is global warming, explained.* [Viitattu: 20.4.2019]. Saatavissa: <https://www.nationalgeographic.com/environment/global-warming/global-warming-overview/>.

Pylväinen, S. 2019. *Rakennusyrityksen varautuminen rakennusten elinkaaren hiilijalanjäljen laskentaan tulevaisuudessa. Opinnäytetyö. Seinäjoen Ammattikorkeakoulu, rakennustekniikan työjohto. Seinäjoki. 45 s. + liitt. 6 s.*

Rakennusteollisuuden kotisivut. Ympäristöluokitukset tekevät kiinteistöistä vertailukelpoisia. [Viitattu 29.2.2019]. Saatavissa: <https://www.rakennusteollisuus.fi/Tietoa-alasta/Ilmasto-ymparisto-ja-energia/Rakentaminen-ja-vaaralliset-aineet/Ymparistoluokitukset/>.

Rohracher, H., 2001. Managing the technological transition to sustainable construction of buildings: a socio-technical perspective. Technology Analysis & Strategic Management. S.137-150. DOI: 10.1080/09537320120040491

Sitra kotisivut. Keskiverto suomalaisen hiilijalanjälki. [Viitattu: 1.7.2019]. Saatavissa: <https://www.sitra.fi/artikkelit/keskivertosuomalaisen-hiilijalanjalki/>.

Suokas, E. 2011. Hiilivapaan kerrostaloalueen hankesuunnittelu. Opinnäytetyö. Metropolia Ammattikorkeakoulu, rakennustekniikka. Helsinki. 70 s. + liitt. 2 s.

Suomen ilmastopolitiikka. 2015. Ympäristöministeriö, maa- ja metsätalousministeriö ja työ- ja elinkeinoministeriö. [Sähköinen raportti]. 45 s. Saatavissa: https://ilmasto-opas.fi/ilocms-portlet/article/8a54c390-fed4-42da-a2c2-4bab74993ebd/r/470c0e20-16ce-478f-820a-759f820ceb52/suomen_ilmastopolitiikka_rgb.pdf.

Suomen YK-liiton kotisivut. Kestävän kehityksen tavoitteet. [Viitattu 3.3.2019]. Saatavissa: <https://www.ykliitto.fi/yk-teemat/kestava-kehitys/kestavan-kehityksen-tavoitteet>.

Suomen ympäristökeskuksen kotisivut. Kannattavasti kohti energiatehokasta ja ilmastokelpoista rakennuskantaa. [Viitattu 1.5.2019]. Saatavissa: <https://www.syke.fi/hankkeet/economise>.

Toimintajärjestelmä. 2019. NCC:n toimintajärjestelmä. NCC Suomi Oy.

Toleikyte, A., Kranzl, L., Bointner, R., Bean, F., Cipriano, J., De Groote, M., Hermelink, A., Klinski, M., Kretschmer, D., Lapilonne, B. & Pascual, R. 2016. ZEBRA 2020 - Nearly zero-energy building strategy 2020. Strategies for a nearly Zero-Energy Building market transition in the European Union. 43 s. Saatavissa: https://sintef.brage.unit.no/sintef-xmlui/bitstream/handle/11250/2427773/ZEBRA2020_Strategies-for-nZEB_07_LQ_single-pages-1.pdf?sequence=1.

Virkamäki, P., Jääskeläinen, L., Huttunen, E., Salmelainen, L. & Hienonen, M. 2017. Viranomaisnäkökulma rakennuksen elinkaaren hiilijalanjäljen ohjaukseen. Rakennustarkastusyhdistys ry. 35 s. + liitt. 10 s. Saatavissa: https://www.ymparisto.fi/download/Viranomaisnako-kulma_rakennuksen_elinkaaren_hiilijalanjalkiohjaukseen_Rakennustarkastusyhdistyksen_raportti_2962017pdf/0af5142f-f2bd-4dd3-81cd-d341b31741a1/129192.

Vähähiilisen rakentamisen vuosiseminaari 20.3.2019. Ympäristöministeriö. Helsinki.

Ympäristöministeriön kotisivut. Kansallinen Ilmastopolitiikka. [Viitattu 14.5.2019]. Saatavissa: https://www.ym.fi/fi-FI/Ymparisto/Ilmasto_ja_ilma/Ilmastonmuutoksen_hillitsemisen/Kansallinen_ilmastopolitiikka.

Liiteluettelo

Liite 1. Haastattelukysymykset tilaajille. 1 sivu.

Liite 2. Haastattelukysymykset ARA:lle. 1 sivu.

Liite 1. Haastattelukysymykset tilaajille.

1. Miten teillä näkyy vähähiilisyys? Mitä tavoitteita teillä on asian suhteen?
2. Miten ARAn tarjoama vihreä rahoitus vaikuttaa teihin?
3. Rakennuksen hintaa/arvoa voidaan mitata kolmella eri tavalla: Hankintahinta, elinkaarikustannukset tai hinta-laatusuhde. Miksi yleensä alhainen hankintahinta on tärkein kriteeri?
4. Onko teillä olemassa joitakin sääntelyjä kestävän investoinnin takaisinmaksuikaan tai sen riskisyyteen liittyen?
5. Vuonna 2010 EU asetti tavoitteen, että vuoden 2020 jälkeen rakennetaan vain lähes nollaenergiataloja. Samaan aikaan Suomi asetti saman tavoitteen jo juhla-vuodelle 2017. Tiedot ja taidot on ollut olemassa jo jonkin aikaa, mutta mikä on teidän näkemyksenne siitä, miksi emme ole vielä tavoitteissa?
6. Mitä NCC voisi tehdä paremmin, jotta se helpottaisi teitä päätöksenteossa liittyen vähähiilisiin hankkeisiin?
7. Rakennusprosessissa mukana olevien toimijoiden on helppo sanoa olevansa kestävän kehityksen kannalla, mutta toisaalta kestävyys ja vihreät arvot tarkoittavat eri toimijoille erilaisia asioita. Mitä ne teille tarkoittavat?

Liite 2. Haastattelukysymykset ARA:lle.

1. Miten teillä näkyy vähähiilisyys? Mitä tavoitteita teillä on asian suhteen?
2. Miten huomioitte rakennuksen hiilijalanjäljen rahoituspäätöstä tehdessänne?
3. Vihreä rahoitus on hyvä tapa motivoida tilaajia kestäviin ratkaisuihin. Mitä sen saamiseen vaaditaan? Milloin myönnätte kehitysrahaa tarvittavia tutkimuksia varten?
4. Rakennuksen hintaa/arvoa voidaan mitata kolmella eri tavalla: Hankintahinta, elinkaarikustannukset tai hinta-laatusuhde. Miksi yleensä alhainen hankintahinta on tärkein kriteeri?
5. Rakennusprosessissa mukana olevien toimijoiden on helppo sanoa olevansa kestävä kehityksen kannalla, mutta toisaalta kestävyys ja vihreät arvot tarkoittavat eri toimijoille erilaisia asioita. Mitä ne teille tarkoittavat?